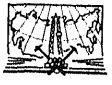
VISIT…

ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Под редакцией
кандидата технических наук Н. Н. ЛОСЯКОВА

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебника для студентов геодезических и картографических специальностей вузов



МОСКВА „НЕДРА" 1986

УДК 528.9 : 744(075.8)

Топографическое черчение: Учебник для вузов / Лосяков Н. Н., Скворцов П. А., Каменецкий А. В. и др.— М.: Недра, 1986.— 325 с., ил.

Содержит общие сведения об инструментах и приемах черчения. Рассмотрены особенности вычерчивания условных знаков. Описан метод создания оригиналов карт гравированием. Освещены вопросы цветоведения, фонового и штрихового оформления, цветового и светотеневого оформления рельефа, подготовки к изданию оригиналов, а также оформления внешних элементов карт и атласов. Впервые дается комплексное освещение вопросов вычерчивания и разработки оформления карт. Материал изложен с учетом последних достижений в области картографического производства.

Для студентов геодезических вузов.

Табл. 9, ил. 159, список лит.— 20 назв.

Авторы:

Н. Н. Лосяков, П. А. Скворцов, А. В. Каменецкий, Л. С. Орешина, Г. С. Григорьева, А. С. Толстоухов, В. М. Галкин

Рецензенты:

кафедра картографии Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии,

канд. техн. наук *Ю. В. Шумов* (производственное картосоставительское объединение «Картография»).

Т $\frac{1902030000-100}{043(01)-86}$ 23—86

© Издательство «Недра», 1986

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник составлен в соответствии с программами курсов «Топографическое черчение» и «Картографическое черчение, гравирование и оформление карт» для студентов геодезических вузов по специальностям: «Прикладная геодезия», «Астрономогеодезия», «Прикладная космонавтика», «Картография».

Создание топографической карты — сложный процесс, включающий выполнение геодезических и топографических работ, аэрофотосъемку, составление и редактирование, подготовку к изданию и издание карт. Почти на каждом этапе создания карты в той или иной мере имеют место чертежные и оформительские работы, для выполнения которых необходимо не только знать материалы, принадлежности, чертежные и гравировальные инструменты, но и владеть методами и приемами вычерчивания и оформления карт.

Материал книги излагается в определенном методическом порядке: после топографического черчения следует картографическое черчение и гравирование, а затем оформление карт. Значительное внимание, уделенное оформлению карт, в определенной степени объясняется тем, что ряд топографических карт от масштаба 1 : 500 до 1 : 1 000 000 включает в себя также разнообразные тематические карты, отличающиеся от топографических более сложным оформлением (справочные, политико-административные, туристские и др.). Кроме того, для обзорно-топографических карт характерно сложное изображение рельефа — гипсометрическая окраска в сочетании с отмывкой.

Канд. техн. наук Н. Н. Лосяковым написаны гл. 1—5, 9, 11, 18, 19. Гл. 17, 20, 22, 23 написаны П. А. Скворцовым и подготовлены к печати канд. техн. наук А. С. Толстоуховым, Л. С. Орешиной, А. В. Каменецким и Н. Н. Лосяковым, гл. 6, 10, 24 — А. С. Толстоуховым, гл. 7, 8, 12 — Г. С. Григорьевой, гл. 13—17, § 95, 97 — канд. техн. наук В. М. Галкиным, гл. 16 — А. В. Каменецким, гл. 21 — Л. С. Орешиной.

Авторский коллектив выражает благодарность заведующей лаборатории кафедры графики и оформления карт МИИГАиК М. Н. Коваль за помощь при работе над учебным пособием.

Часть I
ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Задачей курса «Топографическое черчение» является изучение чертежных материалов и инструментов, требований к графическому исполнению оригинала карты *, правил и приемов графических работ. Черчение не является механическим процессом. Успех освоения практических навыков и приемов работ в значительной степени зависит от теоретической подготовки исполнителя.

Несмотря на все большее внедрение механических и автоматических способов создания оригиналов карт, роль топографического черчения (как ручного труда) довольно велика. Поэтому овладение приемами черчения и оформления тесно связано с развитием глазомера, твердости руки, аккуратности и усидчивости, развитием художественного вкуса.

В процессе топографического черчения создается первичный оригинал — полевой, составительский. От точности, изящества и аккуратности работы зависит качество вычерчиваемого оригинала, к которому предъявляются очень высокие требования, так как топографическая карта как один из видов географических карт отличается полнотой содержания, географическим соответствием и точностью. Советские топографические карты имеют научно обоснованный масштабный ряд, согласованную систему разграфки и номенклатуры, единую проекцию.

Краткая историческая справка

Географическая карта прошла длинный и сложный путь развития, начиная с примитивных схематичных рисунков до сложного, порой художественного изображения. Простейшие картографические рисунки были известны в первобытном обществе, еще до зарождения письменности. Эти изображения выполнялись резцами или краской на дереве, камне, металле, глиняных табличках, папирусе, тканях.

Расширяющиеся географические познания способствовали тому, что карты становились более подробными и наглядными. Для карт до XVII в. характерно картинное изображение, где

* Карта — это уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности или небесных тел на плоскости, построенное по определенному математическому закону, показывающее с помощью условных обозначений объекты и явления в соответствии с назначением карты.

довольно искусно с помощью перспективных рисунков показывались горы, города, растительность и т. д. (рис. 1). Карты создавались рукописно, главным образом, на бумаге и пергаменте с помощью перьев, кисточек.

Изобретение книгопечатания в XV в. привело к тому, что карты стали издавать способом гравирования, до этого времени их размножали копированием от руки. При гравировании оригинальное изображение создавалось на дереве или мед-

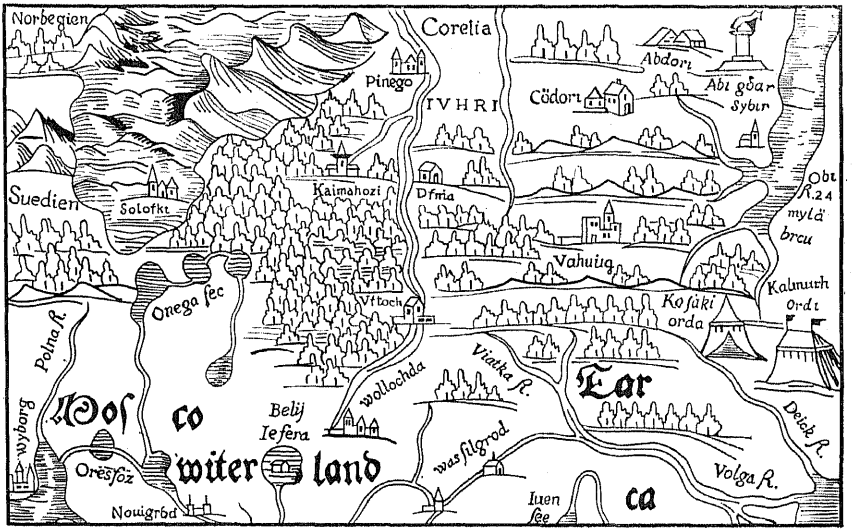


Рис. 1. Фрагмент старинной немецкой карты

ных досках резцами в зеркальном изображении. Применение медных досок позволяло получать более тонкий и четкий рисунок. Отпечатанные таким способом карты при необходимости раскрашивались от руки (иллюминировались).

Появление в XVI в. картографической мануфактуры привело к разделению труда, усовершенствованию орудий производства и т. п. Картографический рисунок, надписи и украшения выполняли соответственно граверы, словорезы и иллюминовщики карт. Уже в то время Герардом Меркатором были опубликованы наставления по написанию итальянского курсива на картах.

Бурное развитие картографии в эпоху Великих географических открытий нашло отражение и во внешнем виде географических карт. Великие художники эпохи Возрождения — Леонардо да Винчи, Альбрехт Дюрер, Ян Коменский и др.— обращались в своих трудах к картографии; формируются раз-

личные картографические школы: итальянская, португальская, фламандская и др. Карты того времени отличают великолепные рамки, изящество и четкость надписей, художественное исполнение рисунков бытовых и этнографических сцен и т. п. Тончайшее мастерство картографов тех времен заставляет нас и сегодня восхищаться их картами.

Русская картографическая школа начала формироваться в конце XV в. Следует отметить, что при выполнении карт их внешнему виду уделялось большое внимание (рис. 2): боярский приговор 1696 г. предписал «...а в Тобольску велеть сделать доброму и искусному мастеру чертеж всей Сибири».

Немалое внимание в России уделялось подготовке специалистов в области черчения и оформления карт. Из архивных документов, датированных 7 декабря 1796 г., мы узнаем, что в первом штате Константиновской землемерной школы предусматривалось три преподавателя, и одним из них был Егор Михайлов — учитель «порядочного копирования и украшения планов». В дальнейшем в Межевом институте одними из основных дисциплин являлись каллиграфия и оформление планов, ведущим преподавателем которых в 1881—1930 гг. был профессор П. П. Левитский. В 1906 г. им в соавторстве с другими преподавателями был написан учебник «Топографическое черчение», а в 1909 г. изданы «Краткие практические указания по черчению планов, их подписыванию и окраске».

Лучшие традиции графической школы были продолжены и развиты после Великой Октябрьской социалистической революции. Создание Ленинским декретом Высшего геодезического управления явилось основой для широкого развития картографии в нашей стране. За годы Советской власти были созданы выдающиеся картографические произведения, отличающиеся глубоким содержанием и прекрасным оформлением.

Большой вклад в дело воспитания инженеров-картографов по дисциплине оформления карт внес талантливый художник-график, автор герба СССР В. Н. Адрианов. В 1939 г. преподавателем Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии Б. А. Снисаренко был предложен метод гравирования оригиналов карт на прозрачной основе, получивший в настоящее время широкое применение в картографическом производстве. Большие заслуги в теории и практике оформления карт принадлежат П. А. Скворцову и П. К. Колдаеву.

Большое развитие получила методика обучения топографическому и картографическому черчению, разработанная для подготовки специалистов различных специальностей. Основные положения методики нашли отражение в ряде работ таких ученых, как В. Л. Чусов (для студентов геодезических и аэрофотогеодезических факультетов), А. М. Кремнева и Т. А. Фокина (для картографов), С. И. Симонин (для студентов автомобильно-дорожных вузов), Н. С. Бриллинг (пособие для

учителей), К. М. Лебедев и В. М. Табаков (для студентов-маркшейдеров), А. С. Шулейкин (для обучающихся по специальности «землеустройство»), П. Е. Лебедев (для топо-

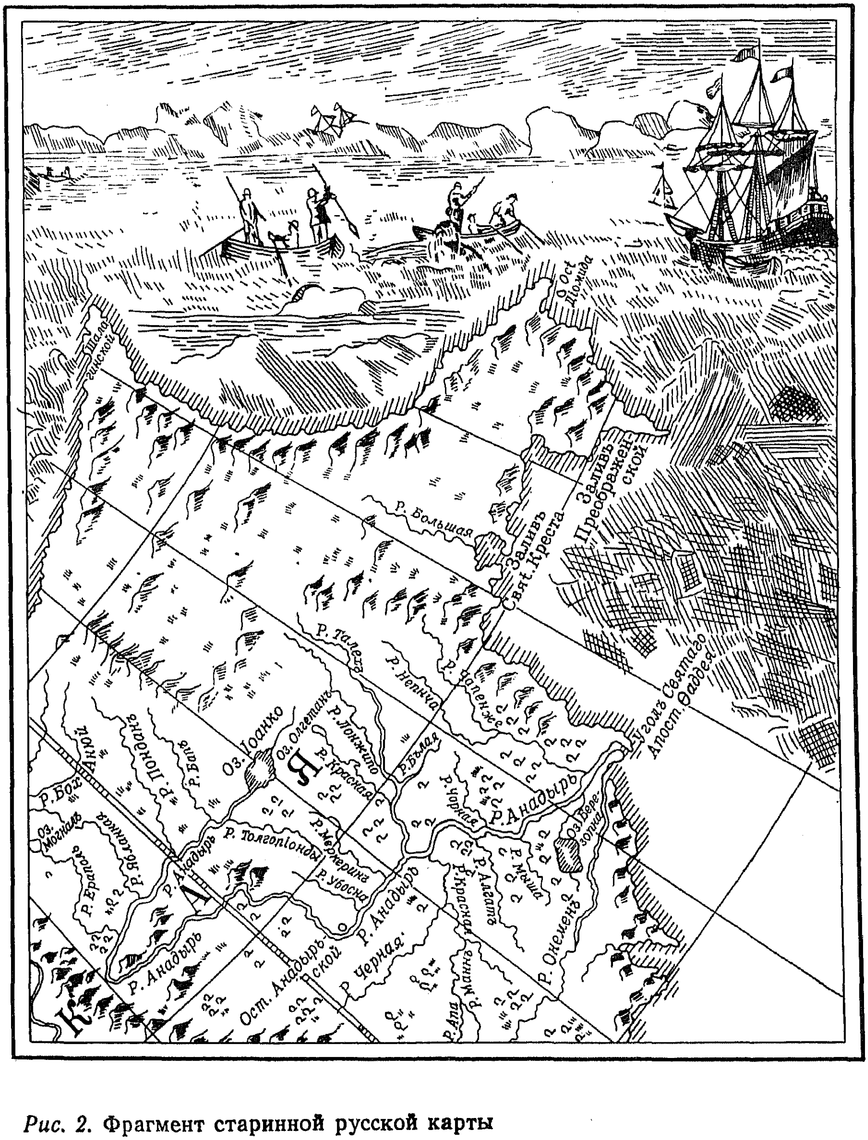


Рис. 2. **Фрагмент старинной русской карты**

графо-геодезических специальностей), Т. М. Егорова (для студентов сельскохозяйственных вузов).

В процессе развития картографии изменения произошли не только в содержании карт, но в технологии изготовления ори-

гиналов. Внедрение гравирования в картографическое производство опиралось на разработку гравировальных приборов, материалов. Широкое применение при создании оригиналов карт нашли прозрачные пластики. Чертежные инструменты пополнились рапидографами (трубчатыми рейсфедерами). Технология изготовления оригиналов карт в настоящее время немыслима без применения аппликаций (фотонабор, супизы). Современное картографическое производство использует при составлении карт и подготовке их к изданию различные автоматические устройства (фотонаборные машины, электронные координатографы, автоматические графопостроители и т. д.).

Глава 1.
ЧЕРТЕЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

§ 1. БУМАГИ

Картографическое изображение создается на различных бумагах и пластиках. Бумага состоит из растительных волокон (хлопок, лен, целлюлоза, синтетические волокна и т. п.), наполнителей (каолин, мел, сернистый барий, отбеливатели и т. п.) и клеящих веществ (клей, смолы, канифоль и т. п.). Качество черчения во многом зависит от качества бумаги.

Чертежные бумаги, используемые при создании оригиналов карт, отличаются хорошей проклейкой, прочностью, плотностью и белизной. Высшие сорта чертежной бумаги по традиции называют ватманом. В настоящее время для картографических работ широко применяется чертежная бумага марки В (высшего качества) и бумага марки О (обыкновенная), которая имеет более низкие чертежные свойства.

К чертежной бумаге предъявляются следующие требования.

Она должна иметь белую или голубоватую поверхность, бумагу с серым или желтоватым оттенком применять не рекомендуется. Интенсивное облучение бумаги солнечным светом или дуговыми фонарями позволяет провести визуальную проверку ее на светоустойчивость.

Чертежная бумага должна обладать достаточной плотностью и прочностью на разрыв. Прочность на разрыв проверяется числом двойных перегибов. Хорошая чертежная бумага выдерживает 15—40 таких перегибов.

Плотность чертежной бумаги должна допускать 1—3 исправления чертежа путем подчисток и вычерчивания по выскобленному месту. Бумага не должна пропускать тушь и краски и вступать с ними в химическую реакцию, что нетрудно проверить экспериментально. Например, на плохой чертежной бумаге мазок краски или вычерченный тушью штрих быстро впитывается и образует расплывчатые края. Поверхность бумаги должна быть слегка бугристой, так как на такой бумаге лучше

держатся акварельные краски и тушь. Хранят бумагу в местах, закрытых от света, влаги и пыли.

Для исключения деформации чертежную бумагу при создании оригиналов карт обычно наклеивают на жесткую основу (лист алюминия толщиной около 1 мм, фанеру и т. п.). В последнее время появилась армированная чертежная бумага, которую получают припрессовыванием чертежной бумаги к недеформирующемуся пластику толщиной 50—120 мкм или алюминиевой фольге с одной (для камеральных работ) или с двух сторон (для полевых и камеральных работ). Деформируемость в условиях камерального хранения 0,1—0,5 мм на 50 см. Выпускают бумаги с синтетическими наполнителями, обладающие малой деформацией, например синтетическая бумага СБ-1 пленочного типа (см. § 31).

В настоящее время наклейка чертежной бумаги на жесткую основу производится на картографических и геодезических предприятиях централизованно. Как правило, наклейку производят на отшлифованный, очищенный ацетоном лист алюминия. Вначале наклеивают желатиновым клеем тонкую писчую бумагу. После просушки накатывают валиком горячий клей и наклеивают чертежную бумагу, предварительно вымоченную около 10 мин в воде. При наклейке поверхность бумаги притирают к основе от средины к краям, края бумаги заворачивают на обратную сторону основы и приклеивают. Чтобы алюминий не коробился, обратную его сторону обклеивают тонкой писчей бумагой и кладут под груз. После просушки планшет готов к работе.

Наклейка чертежной бумаги на жесткую основу, а также получение на ней голубого абрисного изображения несколько снижают ее чертежные свойства, поэтому на поверхность бумаги наносят тонкий ровный слой раствора поливинилового клея (спирта) с помощью ватного тампона в двух взаимно перпендикулярных направлениях. После высушивания поверхность протирают чернильной резинкой.

При изготовлении многоцветных оригиналов ровной фоновой окраски используется специальная бумага с баритовым слоем и желатиновым покрытием или матовая, предварительно отфиксированная фотобумага, которая должна быть наклеена на жесткую основу.

Рисовальная бумага отличается от чертежной меньшей плотностью и прочностью. Ее поверхность сильно лохматится от стирательной резинки и скальпеля. Поэтому она обычно применяется при акварельных работах и при выполнении простых чертежей (графиков, схем, эскизов и т. п.). Поверхность рисовальной бумаги может быть различной: гладкой, шероховатой, бугристой.

На *миллиметровой бумаге* отпечатана цветная сетка квадратов (1 мм×1 мм). Такую бумагу используют при построении профилей, схем, графиков, букв, слов и т. п.

Для этих же целей применяют вычислительную бумагу, которая относится к разряду писчих. Для нее характерна сетка из вертикальных и горизонтальных линий различного размера голубого и розового цветов.

В картографическом и геодезическом производствах широко используется *фотобумага.* Она применяется при изготовлении фотопланов, фотоотпечатков условных знаков, надписей, что заменяет вычерчивание этих элементов на оригинале карты.

При работе с акварельными красками для снятия избытка краски используется *пропускная (промокательная) бумага.* Она отличается рыхлой структурой, что способствует быстрому впитыванию влаги.

Для отточки и полировки инструментов, а также грифелей карандашей применяется мелкозернистая *наждачная бумага.*

Бумага *переводная*, которая обычно используется в машинописи, для копирования чертежей не используется, так как она сильно пачкает бумагу. Если нет возможности копировать чертеж на просвет, делают копировальную бумагу, используя для этого тонкую писчую, одну сторону которой натирают карандашом (обычно по абрисному следу чертежа).

Для изготовления копий с чертежей, схем, графиков до последнего времени широко использовалась *калька* (прозрачная бумага) двух видов: бумажная (восковка) и полотняная. Являясь удобным материалом для копирования, калька сильно деформируется, особенно при исправлениях вычерченного на ней рисунка, поэтому в картографическом производстве вместо кальки, а также при создании оригиналов карт широко используются пластики (прозрачные материалы — см. § 32).

§ 2. КРАСКИ. ТУШЬ

Краски состоят из красящего вещества, связующего и различных добавок. В зависимости от связующего вещества они подразделяются на клеевые, масляные и лаковые. Для картографических работ применяются клеевые краски, к ним относятся акварельные и гуашевые краски, туши, темпера.

Цвет краске придает красящее вещество за счет избирательного поглощения света. Красящее вещество может быть в виде пигмента или красителя. Пигменты — окрашенные, нерастворимые, мелкорастертые химические соединения. Подразделяются на минеральные и органические. Минеральные, в свою очередь, делятся на природные и искусственные. Органические пигменты получают только синтетическим путем. По цветам различают ахроматические и хроматические пигменты. В особую группу выделяют пигменты светящихся красок.

Связующее вещество предназначено для укрепления пигмента на окрашиваемой поверхности и создания на ней клеевой пленки различной прочности. Оно может быть органиче-

ского и синтетического происхождения. Связующее вещество не растворяет пигмент и не изменяет его цвет.

Добавки в виде пластификаторов, поверхностно-активных веществ, антисептиков и т. п. придают краскам определенные свойства: эластичность, стойкость к загниванию и т. п.

Краска — не раствор, а суспензия. Красящее вещество, если это не краситель, не растворяется в связующем, а находится в нем во взвешенном состоянии. Поэтому при окрашивании краска в отличие от красителя остается на окрашиваемой поверхности, скрепляясь с ней связующим веществом.

Краситель, растворяющийся в жидкостях, образует красящий раствор. Поэтому ему не требуется связующего вещества, так как в отличие от пигмента краситель проникает в материал.

Тушь — прочная краска, в которой красящим веществом являются сажа или различные каменноугольные красители. Тушь бывает черного, зеленого, коричневого и других цветов.

Для красящего вещества характерны наивысшие дисперсность (измельчение) и интенсивность окраски.

Для вычерчивания оригиналов карт применяется тушь в жидком виде — во флаконах, полужидком — в тубах и сухом — в виде палочек. В настоящее время сухая тушь почти не применяется, так как ее нужно натирать в специальных тушницах, на что требуется определенное время.

Жидкая тушь удобна в работе. Однако она изготовлена на спиртовой основе, поэтому быстро сохнет, плохо сходит с чертежного инструмента, глубоко проникает в бумагу, дает некачественные линии — с блеском, с неровными краями. Чаще всего жидкую тушь используют на вспомогательных работах, не требующих высокого качества изображения. Поскольку эта тушь не смывается водой, ее часто используют при черчении на аэроснимках в полевых условиях.

Хорошо зарекомендовала себя полужидкая (концентрированная) тушь в металлических тубах. Тушь разводят водой до необходимой густоты, выдавив из проколотой иглой головки тубы несколько капель туши в тушницу. Разведенную тушь проверяют: пером или рейсфедером проводят толстый штрих, после чего его смазывают кусочком бумаги. Хорошо разведенная тушь дает по площади мазка ровный интенсивный фон, слабо разведенная — бледный фон. Очень густая тушь плохо смазывается, дает неровный по светлоте фон.

Правильно разведенная тушь отвечает необходимым требованиям, она дает интенсивное, непрозрачное (оптическая плотность 2,2—3,0 ед.), матовое изображение. Чтобы сделать тушь несмываемой, в нее добавляют 1—2 капли двухромовокислого калия или уксуса. Свойством несмываемости обладает тушь «Колибри» (см. § 33).

Работать следует свежеприготовленной тушью, обычно тушь пригодна в течение суток, после чего качество ее снижается.

В процессе черчения тушь следует держать закрытой и открывать только во время набора ее на инструмент. Прежде чем зарядить чертежный инструмент тушью, ее следует помешать.

§ 3. ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ ЧЕРЧЕНИЯ

К принадлежностям для топографического черчения относят линейку, треугольник, лекало, транспортир, измерительную лупу, шкалу толщин линий и др.

Для топографического черчения наиболее пригодны металлическая и деревянная *линейки.* Последняя лучше со скошенным пластмассовым краем, на котором нанесены миллиметровые деления, вдоль другой стороны линейки, посредине, должна быть вставлена пластмассовая пластинка (рис. 3, *а*). Край ли-

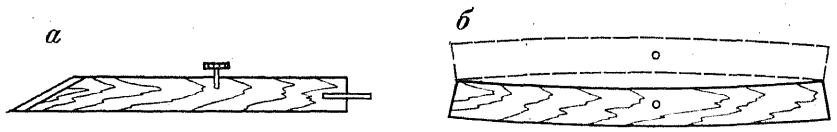


Рис. 3. Линейка:
а — поперечный разрез; *б* — поверка

нейки должен быть ровным, без зазубрин, прямолинейным. Прямолинейность проверяют следующим образом: проводят линию, линейку поворачивают на 180°, прикладывают к краям прочерченной линии и проводят вторую линию. Если край линейки непрямолинеен, то между линиями получится зазор.

Для нанесения на планшете рамок топографических планов и сеток квадратов применяют специальные металлические линейки — Дробышева* и ЛБЛ (линейка Бизяева-Лизунова). В этих линейках имеются вырезы через равные расстояния: в линейке Дробышева (рис. 4, *а*) — через 10 см, в ЛБЛ (рис. 4, *б*) — через 8 см. Вырезы имеют скошенный край по дуге окружности, радиус которой равен расстоянию от нульпункта до данного выреза.

Построение рамки при помощи указанных линеек основано на свойстве прямоугольного треугольника (теорема Пифагора). Например, квадрат со стороной в 50 см имеет гипотенузу в 70,711 см ($50^2+50^2 \approx 70{,}711^2$) — с учетом этих размеров изготавливается один из типов линейки Дробышева. Напомним, что размер планшетов для топографических планов масштаба 1 : 5000—40×40 см^2, а для более крупных масштабов — 50×50 см^2.

---

* *Дробышев Ф. В.* — лауреат Ленинской премии, профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, автор более 70 изобретений в области фотограмметрических приборов.

Для построения квадрата со сторонами 32, 40 и 48 см служит ЛБЛ. На одном скошенном крае линейки нанесены деления через 2 см и надпись 1 : 50 000, на другом — через 2,381 см и надпись 1 : 42 000 (в дюймовой системе); деление 2,381 см соответствует одному километру в масштабе 1 : 42 000. Пользуясь делениями, можно сгущать километровую сетку на пла-

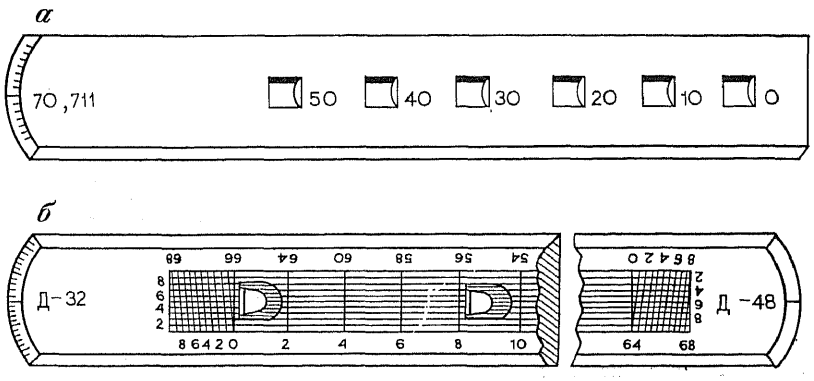


Рис. 4. Линейки:
а — Дробышева; *б* — ЛБЛ

нах. В комплект ЛБЛ входит штангенциркуль, а на линейке награвирован поперечный масштаб.

Треугольники служат для проведения вертикальных, наклонных и параллельных линий. Обычно прямоугольные треугольники имеют углы 30, 45, 60°.

Стороны прямоугольника проверяют на прямолинейность так же, как и у линейки. Прямой угол проверяют, как показано на рис. 5, *а, б, в*, а острые — на рис. 5, *г, д*. В положении 1 тре-

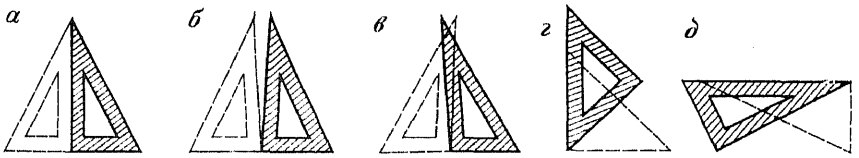


Рис. 5. Поверки треугольников

угольник показан пунктиром, в положении 2 — заштрихованным. Треугольник в положении 1 обводится карандашом. Если катет при положении 2 треугольника делит гипотенузу положения 1 пополам, то в равнобедренном треугольнике углы будут равны 45° (см. рис. 5, *г*), а в треугольнике с дополнительными углами — 30 и 60° (см. рис. 5, *д*). Кроме того, длина короткого катета должна равняться половине гипотенузы.

Параллельные и перпендикулярные линии проводят при помощи треугольника и линейки (рис. 6), линейка при этом остается в неизменном положении.

Лекало — шаблон криволинейного очертания, применяют для проведения кривых линий, которые невозможно построить при помощи циркуля (рис. 7, *а*). Обычно трудно подобрать лекало,

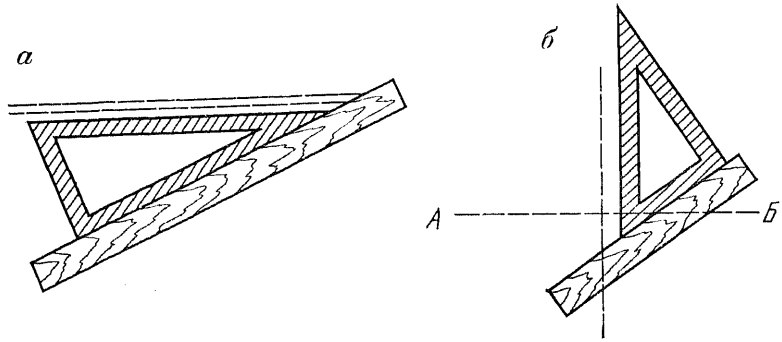


Рис. 6. Проведение линий:
а — параллельных; *б* — перпендикулярных

чтобы с его помощью соединить все точки вычерчиваемой кривой, поэтому кривую вычерчивают по частям. Лекало прикладывают к возможно большему числу точек. Для достижения плавного перехода от одной части кривой к другой применяют перекрытия частей (рис. 7, *б*). Для вычерчивания меридианов и параллелей обычно используют специальные картографические лекала (рис. 7, *в*).

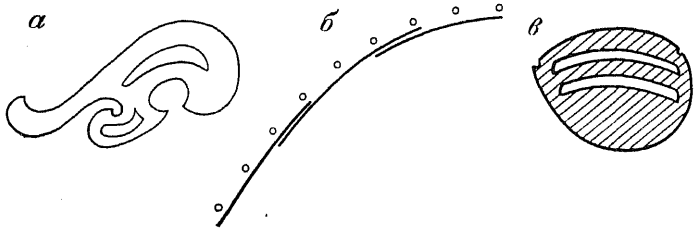


Рис. 7. Лекала (*а*, *в*) и схема работы с ними (*б*)

Транспортир применяют для измерения и построения углов. Центр транспортира совмещают с вершиной угла так, чтобы один луч совпадал с краем линейки транспортира, тогда другой луч на градусной шкале укажет величину угла. Для построения и измерения углов более 180° используют круглый транспортир.

Трафареты (рис. 8) находят такое же широкое применение в топографическом черчении, как и линейки. Их использова-

ние значительно ускоряет и облегчает вычерчивание условных знаков и надписей.

Трафареты изготавливают обычно прямоугольной формы из прозрачного пластика. Такая форма позволяет располагать трафарет на оригинале карты параллельно ее рамкам или параллелям, а прозрачность — помещать трафарет на нужном месте. Трафарет имеет сквозные отверстия различной формы и размеров, которые могут быть использованы для вычерчивания в карандаше многих условных знаков, для разграфки надписей. Некоторые условные знаки можно сразу вычерчивать

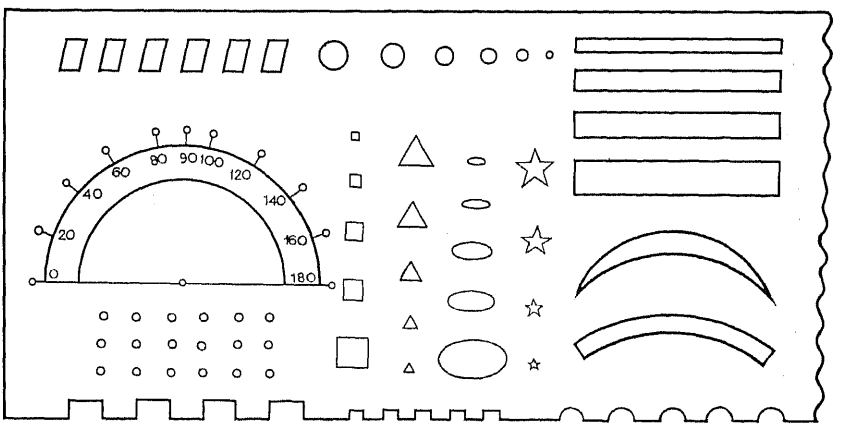


Рис. 8. Трафарет

тушью, используя перо или рейсфедер. Прорези делают несколько больше действительных размеров знаков с тем, чтобы при вычерчивании знаки получились в необходимых размерах.

Для нанесения большого числа надписей одинакового размера рекомендуется при разграфке вместо линеек использовать самостоятельно изготовленные трафареты — шаблоны. Вырез делают с учетом толщины заточенного карандаша. Нанесение вспомогательных сеток также удобно выполнять с помощью подобных приспособлений (см. § 27).

Циркули предназначены для измерения и откладывания отрезков прямых линий, а также для построения геометрических фигур. В зависимости от назначения циркули подразделяются на циркули-измерители, микроизмерители, штангенциркули и пропорциональные циркули.

Циркуль-измеритель (разметочный циркуль) состоит из двух ножек, соединенных шарниром (рис. 9, *а*) для придания ножкам плавного движения, на концах ножек винтами закреплены иглы. Полевой циркуль снабжен наконечником для предохранения игл, а также для регулирования в шарнире зажимных

винтов (рис. 9, *б*). Наконечник имеет шкалу с миллиметровыми делениями, а также отверстие для скрепления его шнурком с кольцом головки циркуля (см. рис. 10).

При работе циркулем его ножки должны легко раздвигаться и не пружинить. Иглы должны иметь острый конец и сходиться в одной точке, при надавливании они не должны перемещаться, для чего их плотно зажимают закрепительными винтами. При наколе ножка циркуля должна быть перпендику-

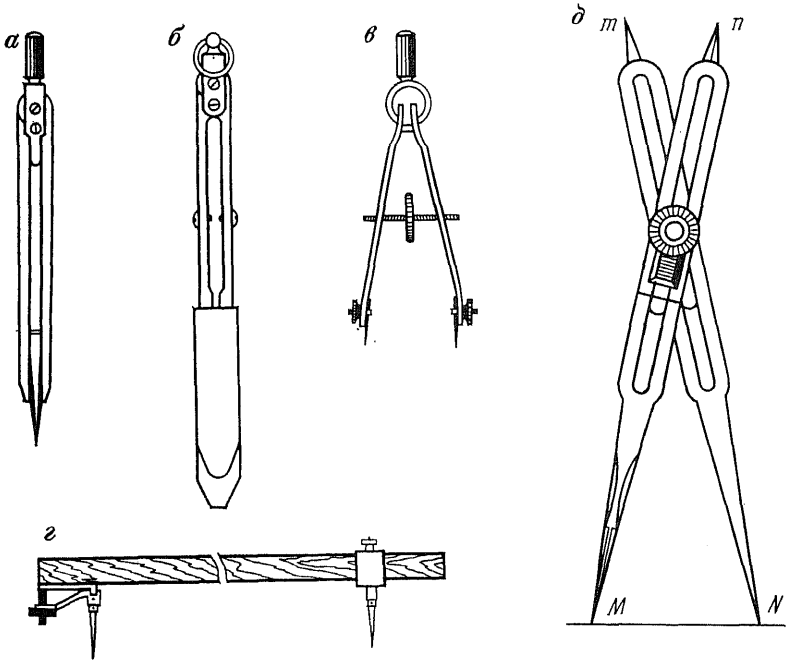


Рис. 9. Циркули:
а, б — измерители; *в* — микроизмеритель; *г* — штангенциркуль; *д* — пропорциональный

лярна к плоскости чертежа, а накол неглубоким. Чтобы накол был виден, его обводят карандашом.

Циркули-измерители используют при измерении и откладывании отрезков линий длиной от 0,5 до 100—200 мм. При большом растворе циркуля снижается точность работ.

Микроизмеритель (микроциркуль или разметочный кронциркуль — рис. 9, *в*) предназначен для откладывания или измерения одинаковых отрезков линий малых размеров — от 0,3 до 40 мм. Стабильность величины взятого раствора ножек определяется наличием в нем микрометренного винта. При работе микроциркуль держат за рифленую головку и откладывают отрезки, опираясь поочередно на его ножки.

Штангенциркуль (рис. 9, *г*) предназначен для откладыва-

ния и измерения линий длиной от 20 до 600 мм и проведения дуг больших радиусов. Для этого на плоском, обычно деревянном, бруске имеются две иглы, одна из которых закреплена на передвигающейся по бруску муфте. Этой иглой откладывают приблизительное расстояние, закрепляя иглу зажимным винтом (на рисунке эта игла справа). Левую иглу микрометренным винтом наводят на нужное деление, например, поперечного масштаба. Для этого имеются специальные металлические линейки, на которых выгравирован поперечный масштаб. Вместо иглы можно вставить карандаш или перо-рейсфедер.

Пропорциональный циркуль (рис. 9, *д*) служит для уменьшения или увеличения отрезка линии в определенное число раз, а также для деления его на равные части. Циркуль состоит из двух ножек, соединенных подвижным шарниром с гайкой. На одной из ножек нанесены штрихи с делениями. Последние позволяют при помощи шарнирной гайки устанавливать расстояние между иголками *M* и *N* в нужное число раз больше, чем между иголками *m* и *n*. Перед работой необходимо проверить правильность работы циркуля, например, по поперечному масштабу.

Готовальней называется набор чертежных инструментов, хранящихся в специальном футляре. Внутри футляр оклеен бархатом, а для инструментов имеются гнезда, поэтому готовальня удобна не только для хранения, но и для транспортировки инструментов. Для различных чертежных работ выпускают готовальни нескольких типов, они отличаются количеством и набором инструментов. Для картографических работ наиболее пригодны топографическая (Т) и универсальная картографическая (УК) готовальни. Топографическая готовальня (рис. 10) предназначена для полевых работ, картографическая — для камеральных.

В готовальне следует хранить только чистые, сухие инструменты. После работы их необходимо очистить от туши влажной тряпочкой и насухо вытереть. Недопустимо соскабливать засохшую тушь острым предметом и промывать инструменты

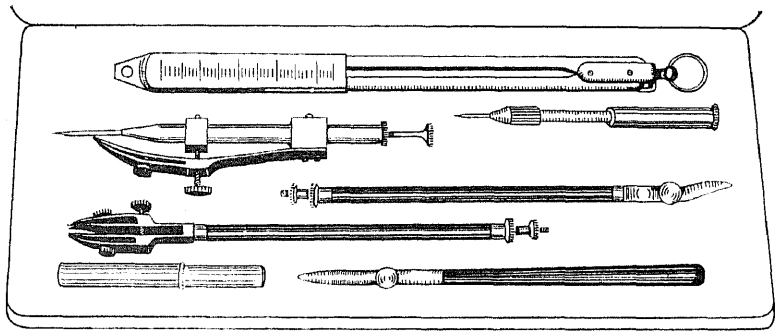


Рис. 10. Готовальня топографическая

Научная библиотека им. Горького

в воде. Последнее приводит к тому, что инструменты ржавеют и становятся непригодными к работе. После чистки рейсфедеров рекомендуется вкладывать между створками тонкую пластинку стирательной резинки или пробки.

§ 4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЛИНОВАНИЯ

Для проведения параллельных линий могут применяться различные приспособления: рейсшина, пропорциональные линейки, штриховальный прибор.

Широкое применение в картографическом черчении находят *пропорциональные (синусные) линейки,* которые позволяют с большой точностью проводить параллельные линии. С их помощью производят карандашную разграфку для условных знаков и надписей, вычерчивают условные знаки, изображаемые параллельными линиями, линейные масштабы, рамки и т. п.

Комплект синусных линеек состоит из двух частей (рис. 11). Первая представляет собой обычную линейку с делениями через 1 или 2 см, на некоторых выгравирован поперечный масштаб. Вторая часть является прямоугольным треугольником срезанный острый угол которого равен 5°44′30″. Такой угол взят специально, так как синус его равен 0,1. Вследствие этого при передвижении (положение 1 — положение 2) длинного катета треугольника на величину m гипотенуза передвинется на величину в 10 раз меньшую — т. е. n; из треугольника ABB'.

$$n/m = \sin\alpha = \sin 5°44'30'' = 0{,}1.$$

Чтобы провести параллельные линии через 1 мм, треугольник сдвигают относительно линейки на 10 мм. Прямоугольный треугольник имеет деления через 2 мм, поэтому сдвиг треугольника относительно линейки на эту величину позволяет чертить параллельные линии через 0,2 мм. Половину деления на треугольнике оценивают на глаз, что позволяет выполнять разграфку и вычерчивать параллельные линии с точностью до 0,1 мм.

Синусные линейки можно легко изготовить, например, из деревянных линеек. Для этого достаточно на линейке длиной

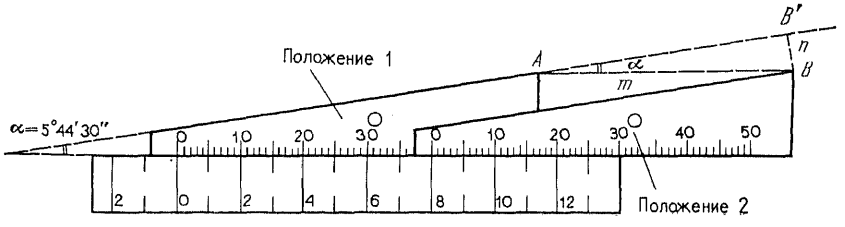


Рис. 11. Синусные линейки

30 см восстановить слева и справа перпендикуляры, равные соответственно 3 и 33 мм, соединить их концы и обрезать линейку по этой линии.

Для проведения параллельных линий на строго заданном расстоянии друг от друга служат штриховальные *(шрафировальные) приборы**. Штриховальные приборы имеют перед синусными линейками то преимущество, что синусные линейки нужно часто перекладывать, чтобы заштриховать площадь по вертикали более 2 см. Приборы могут быть различной конструкции, простейшими из них являются треугольник и линейка, в которой имеется вырез. Попеременный сдвиг треугольника и линейки позволяют чертить линии на определенном расстоянии друг от друга. Величина выреза определяет расстояние между линиями.

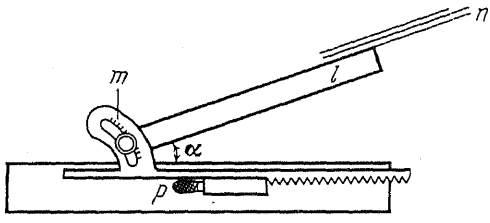


Рис. 12. Схема устройства штрихового прибора

Для выполнения штриховки можно использовать обычный треугольник с углом 30° и линейку. Так как $\sin 30° = 0{,}5$, гипотенуза будет перемещаться на половину того расстояния, на которое передвигается по неподвижной линейке большой катет.

Существуют механические штриховальные приборы типа ПШ-1, позволяющие проводить ряд параллельных линий на различных расстояниях друг от друга (рис. 12). Угол α устанавливается по шкале m, что, в свою очередь, определяет наклон линейки l, по которой выполняется штриховка. Нажатие рычага p сдвигает линейку l на заданное расстояние n.

§ 5. ОСОБЕННОСТИ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ЧЕРЧЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Топографическая карта отличается большой точностью, географическим соответствием и полнотой передачи информации. Чтобы карта хорошо читалась, условные знаки имеют небольшие размеры — детали знаков измеряются долями миллиметра, поэтому точность нанесения условных знаков, их размеров и ориентировки являются характерной особенностью топографического черчения.

Производительность труда и качество работы при топографическом черчении в немалой степени зависят не только от исправности инструмента, его заточки и владения навыками черчения, но и от организации рабочего места. Необходимо

* *Чусов В. Л.* Топографическое черчение. М., Геодезиздат, 1958.

иметь комплект заранее выверенных инструментов, принадлежностей и материалов для черчения. Каждый исполнитель должен иметь в личном пользовании такие инструменты, как рейсфедер, кривоножка, кронциркуль и т. п. Правильная заточка их и должное хранение в значительной мере обеспечивают высокое качество чертежа.

Черчение выполняют на столе или доске с горизонтальной поверхностью. Для акварельных работ удобен стол с наклонной крышкой. Бумагу располагают прямо перед собой, закрепляя ее на столе грузиками или липкой лентой. Свет на бумагу должен падать слева сверху. Освещение должно быть рассеянным, интенсивным. Не следует пользоваться одновременно естественным и искусственным освещением.

Инструменты и принадлежности нужно располагать на столе в определенном порядке. Справа должно быть то, что берется правой рукой: карандаш, резинка, ручка с пером, рейсфедеры, кисточка и пр. Слева располагается то, что берется левой рукой: линейка, треугольник, влажная тряпочка для чистки пера и рейсфедера и т. п. Тушница, разведенная краска, баночка с водой ставятся спереди или справа от чертежа так, чтобы они не были случайно задеты и пролиты.

Важно правильно сидеть за рабочим столом. Плоскость груди должна быть параллельна краю стола, а ступни ног опираться на пол или на подставку. Расстояние от глаз до чертежа должно быть в пределах 20—30 см, локти обеих рук лежат на столе. Сидеть надо прямо, без напряжения. Для этого необходимо отрегулировать высоту стула. Руки должны быть чистыми, а нерабочая часть чертежа закрыта чистой бумагой.

После работы каждый инструмент тщательно вычищают и убирают в готовальню. Чертеж закрывают листом бумаги или пластика и ставят лицевой стороной к стене.

Глава 2
ЧЕРЧЕНИЕ КАРАНДАШОМ

§ 6. КАРАНДАШИ

В зависимости от материала пишущего стержня карандаши делятся на черные (графитные), цветные и копировальные (чернильные). По назначению карандаши подразделяются на чертежные, канцелярские, школьные, рисовальные и др.

В картографическом черчении широко применяются чертежные карандаши: при вспомогательных разграфках, усилении бледного изображения на голубых копиях перед вычерчиванием тушью, на полевых топографических съемках и т. д. По своим чертежным свойствам чертежные карандаши делятся на твердые и мягкие. Твердые карандаши обозначаются буквой Т, мягкие — М. По степени твердости в порядке ее возрастания они помечаются цифрой: 6М, 5М, 4М, 3М, 2М, ТМ, Т, 2Т, 3Т,

4Т, 5Т, 6Т, 7Т (карандаши зарубежных марок вместо буквы Т имеют букву Н, вместо М—В).

Качество черчения в определенной степени зависит от правильного выбора карандаша. Слишком жесткий графит оставляет ложбинку на бумаге, слишком мягкий — пачкает бумагу. Для картографических работ применяются карандаши от 2М до 6Т: 2М—2Т — при черчении в сырую и холодную погоду, на фотобумаге и бумаге низшего качества, 3Т—6Т — на чертежной бумаге высшего качества и при работах, в сухую, жаркую погоду, 2М—ТМ — для простых записей, зарисовок, тушевок.

В правой части каждого карандаша имеется маркировка, состоящая из названия фабрики-изготовителя, названия карандаша, обозначения степени твердости и года выпуска (рис. 13).

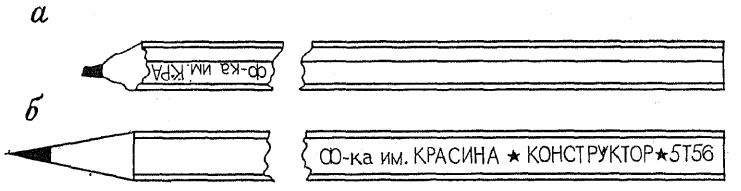


Рис. 13. Заточка карандаша:
а — неправильная; *б* — правильная

Из отечественных марок можно выделить чертежные карандаши «Конструктор», «Архитектор», из зарубежных — «KOH-I-NOOR» (Чехословакия).

Очинку карандаша следует выполнять с конца, противоположного маркировке (см. рис. 13). Для этого используют различные точилки, скальпели. Сначала срезают дерево на 30 мм, обнажая графит на 8—10 мм, затем на мелкозернистой наждачной бумаге или бруске затачивают графитный стержень. Окончательную шлифовку производят на чертежной бумаге. Заточенный карандаш должен иметь форму конуса.

Стачивание графита происходит не так быстро, если заточить его лопаточкой. Обычно это делается, если на чертеже проводится много длинных линий. Работать карандашом с такой заточкой нужно так, чтобы стороны заточки были параллельны линейке. В противном случае линии будут получаться толстыми и разной толщины. При заточке следует соблюдать чистоту рабочего места. Так как карандаши быстро тупятся, при работе удобно иметь 3—4 заточенных карандаша. Неплохо иметь для карандашей защитные колпачки, которые предохраняют графиты от ломки при падении или при транспортировке.

Последнее время получили распространение механические карандаши с цанговыми держателями и убирающимся грифелем. Однако не все из них можно применять при черчении. Это

зависит от конструкции держателя, наличия необходимых грифелей.

Для стирания карандашных линий и чистки загрязненных мест чертежа используют стирательные резинки (ластики). Они могут быть мягкими (карандашными) и жесткими (чернильными). В состав последних входят абразивные вещества. Жесткой резинкой обычно удаляют с чертежа слабые следы туши или краски. В топографическом черчении чаще применяются мягкие резинки. Стирать резинкой следует аккуратно и в одном направлении, так как сильный нажим и разнонаправленные движения повреждают поверхность бумаги. Особенно это заметно на бумаге низкого качества. При быстром стирании повышается температура резинки и бумаги, в результате чего графит размазывается и втирается в бумагу — образуется трудноудаляемое пятно. Поэтому резинки следует применять только в крайне необходимых случаях.

Для удаления на чертеже мелких деталей применяют резинку с острым краем, для чего прямоугольный брусок резинки разрезают по диагонали. Загрязненную резинку или подрезают, или очищают трением на чистой белой бумаге. Со временем резинка покрывается твердой коркой, которую также обрезают. Для размягчения резинку иногда кладут в керосин, однако после этого ее обязательно выдерживают в горячей воде, чтобы удалить жир. Рекомендуется хранить резинку в футляре.

§ 7. ТЕХНИКА РАБОТЫ КАРАНДАШОМ

Работа карандашом, как правило, предшествует черчению тушью. Карандашом обычно выполняют вспомогательные работы: построение рамок, сеток, условных знаков, шрифтов и т. п. Съемочные и составительские оригиналы топографических карт также вначале вычерчиваются карандашом.

Карандашный рисунок должен иметь высокое качество: отчетливость и законченность изображения всех элементов содержания. Предъявляемые к карандашному рисунку требования могут быть выполнены, если соблюдать определенные правила работы карандашом. Во-первых, работать нужно остро заточенным карандашом, с одинаковым нажимом на бумагу. Во-вторых, не следует сильно нажимать на карандаш, так как образовавшиеся в этом случае на бумаге бороздки будут мешать последующему вычерчиванию тушью. В-третьих, необходимо соблюдать постоянство в приемах вычерчивания: проводить линии по линейке слева направо, держа карандаш параллельно груди с небольшим наклоном в сторону движения и не поворачивая его вокруг своей оси. Последнее обеспечивает необходимую графическую точность исполнения.

В зависимости от характера работ приемы вычерчивания карандашом, так же как и применяемая твердость карандаша,

могут быть различны. В отличие от черчения по линейке черчение от руки карандашом выполняется способом наращивания линии, который широко применяется при вычерчивании горизонталей, рек и других условных знаков, так как он обеспечивает графическую точность и высокое качество линии. Недопустимо простое проведение линии карандашом, так как это ведет к отклонению ее от точного положения контура и получению линий разной толщины. Как правило, линия, вычерчиваемая на себя, получается толще, чем линия, вычерчиваемая горизонтально. Необходимо, правда, отметить, что простое проведение линии карандашом от руки более производительно, чем способ наращивания. Поэтому им пользуются на производстве, как правило, опытные работники с хорошей графической подготовкой.

Метод наращивания широко применяется при работе чертежным пером. Подробное описание его можно найти в § 12.

При черчении чаще всего используются карандаши твердости 2Т—4Т.

§ 8. ТОЧНОСТЬ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Топографическое черчение отличается высокой точностью. Степень точности обычно характеризуется отклонениями полученного результата от заданного, т. е. величиной ошибки. Чем меньше величина отклонения, тем выше точность.

Предельная графическая точность — около 0,1 мм. Ошибки выше 0,1 мм недопустимы. На точность чертежа влияют квалификация и аккуратность исполнителя, качество инструментов, материалов и принадлежностей для черчения. Например, накол иглой циркуля должен давать точку не более 0,1 мм. Это делается легким нажимом иглы на бумагу. Игла при этом должна быть перпендикулярна к чертежу. Накол должен быть углублением, а не отверстием в бумаге. При многократном использовании накола (при вычерчивании окружностей, многократном откладывании отрезков) последний разрабатывается и центр его смещается. Чтобы точка не увеличивала своих размеров и не меняла положения, пользуются специальным центриком (металлический кружок, имеющий форму круга с небольшой иголкой на одной стороне, которую вставляют в накол, и углублением для иглы циркуля на другой).

Обозначение точек наколами широко используется в топографическом черчении. Контролем проведения карандаша через точку является небольшой «щелчок». Если этого не произошло, значит, карандаш не прошел через центр накола. Следовательно, неправильно была установлена линейка или наклонился карандаш на себя или от себя.

Точность проведения прямой линии через две точки зависит от величины наколов и от расстояния между ними: чем больше

это расстояние и чем меньше наколы, тем точнее будет положение линии (рис. 14).

Чтобы отложить отрезок линии заданной длины, вначале его отмеряют циркулем-измерителем по масштабной линейке. При этом измеритель слегка отклоняют от себя, чтобы концы иголок и деления линейки были хорошо видны.

При откладывании отрезка одну ножку измерителя ставят в исходную точку, накол второй иголкой производят, приведя ее в вертикальное положение. Для более точного наведения иглы ее направляют левой рукой. Чтобы наколы на бумаге можно было легко найти, их обводят карандашом.

Длинные линии меряют и откладывают по частям, так как при большом раздвижении ножек измерителя снижается точность выполняемых работ. Измерение отрезка по масштабной

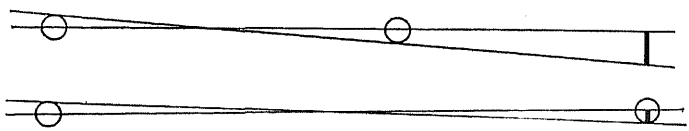


Рис. 14. Схема зависимости точности проведения линий от ее длины

линейке штангенциркулем более точно, чем микроизмерителем и циркулем-измерителем.

Суммарную среднюю квадратическую ошибку откладывания отрезка заданной длины вычисляют по формуле

$$m = \pm\sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + \ldots + m_n^2},$$

где m_1, m_2, ..., m_n — ошибки отдельных факторов (измерения отрезка, заточки иглы, точности линейки и т. п.).

§ 9. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ КАРАНДАШОМ

Карандашом выполняют многие вспомогательные работы: проведение параллельных линий, построение перпендикуляров, деление линий на заданное число отрезков, построение рамок, сеток, масштабов и др.

Проведение параллельных линий выполняют при помощи линейки и треугольника (см. рис. 6, *а*).

Построение перпендикуляров, а также деление линий на заданное число отрезков можно выполнять различными способами (см. рис. 4, *б*, 15, 16).

Деление линии на четное число отрезков выполняют по линейке с миллиметровыми делениями, при помощи циркулей, используя способ засечек.

По линейке обычно делят линию, длина которой кратна целому числу частей.

В иных случаях применяют циркуль-измеритель или микроизмеритель. Раствор циркуля делают равным (на глаз) примерно половине линии *АБ* (рис. 15, *а*), левую ножку циркуля ставят в точку *А*, правую — на линию. Затем циркуль поворачивают вокруг правой иглы на 180° и делают накол *Н*. Отрезок *НБ* делят на глаз пополам и на эту величину меняют раствор циркуля. Операцию повторяют до тех пор, пока левая игла после поворота циркуля вокруг правой не попадет в точку *Б*. Значительно удобнее делить линию пополам при помощи пропорционального циркуля.

Третий способ деления отрезка пополам носит название способа засечек (рис. 15, *б*). Из каждой точки прямой *АБ* прово-

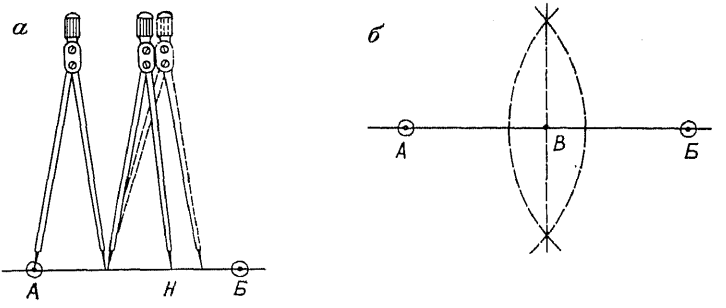


Рис. 15. Схема деления отрезка пополам:
а — циркулем; *б* — используя способ засечек

дятся дуги радиусом больше половины отрезка. Точки пересечения дуг соединяют прямой, которая делит линию *АБ* пополам в точке *В*.

Деление линий на нечетное число частей выполняют по линейке, циркулем или используя способ параллельных линий. Работа по линейке и циркулем мало чем отличается от вышеописанных способов. При делении линий на любое число равных частей целесообразно использовать способ параллельных линий. Например, необходимо разделить отрезок *АБ* длиною 67 мм на 5 равных частей (рис. 16). Для этого от точки *Б* под острым углом к *АБ* проводят линию *БВ*, на которой откладывают пять одинаковых отрезков произвольной длины. Прикладывают треугольник к точкам *А* и *В*. Затем, сдвигая его по линейке, проводят через концы отрезков линии, параллельные *АВ*, до пересечения с *АБ*. Полученные точки делят отрезок *АБ* на пять равных частей.

Построение прямоугольников. Когда требуется построить прямоугольник без заданных размеров сторон, поступают следующим образом. На листе бумаги тонкими карандашными линиями проводят две пересекающиеся линии — диагонали. От точки пересечения диагоналей на прочерченных линиях откла-

дывают равные отрезки. Соединяя полученные точки, получают прямоугольник *ABCD* (рис. 17). Равенство диагоналей и противоположных сторон прямоугольника указывает на правильность построения. Диагонали, как вспомогательные линии, стирают.

Прямоугольник с заданными сторонами можно построить разными способами. Во-первых, на основе полученной ранее

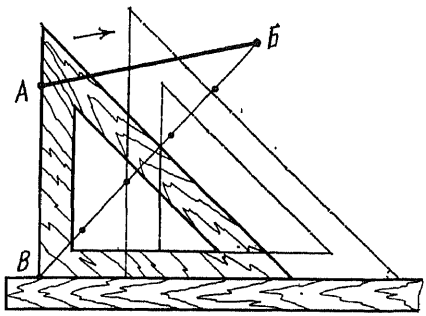


Рис. 16. Схема деления отрезка при использовании способа параллельных линий

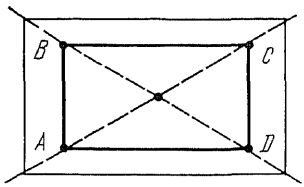


Рис. 17. Схема построения прямоугольника без заданных размеров сторон

прямоугольной рамки. Для этого от вершин прямоугольника *ABCD* на сторонах (или их продолжениях) откладывают отрезки с таким расчетом, чтобы длины сторон полученного прямоугольника были равны заданным (рис. 18, *а*).

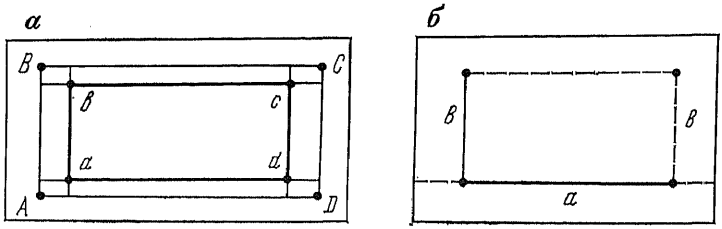


Рис. 18. Схема построения прямоугольника с заданными размерами **сторон**

Во-вторых, прямоугольник, может быть построен восстановлением перпендикуляров одинаковой длины (*b*) из концов какой-либо стороны (рис. 18, *б*). Соединяя их вершины, получают искомый прямоугольник. Прежде чем на листе бумаги отложить отрезок *a*, выполняют расчет полей.

Во всех случаях правильность построения проверяют. Обычно эти способы применяют при выполнении рамок небольших размеров.

Построение рамок больших размеров и сеток квадратов выполняется точнее и быстрее при помощи линейки Дробышева. Методика работы показана на рис. 19.

I прием — на прямой линии (нижняя рамка) по вырезам линейки делают засечки твердым остро заточенным карандашом.

II прием — линейку устанавливают приблизительно перпендикулярно, совмещая штрих на вырезе линейки с последней

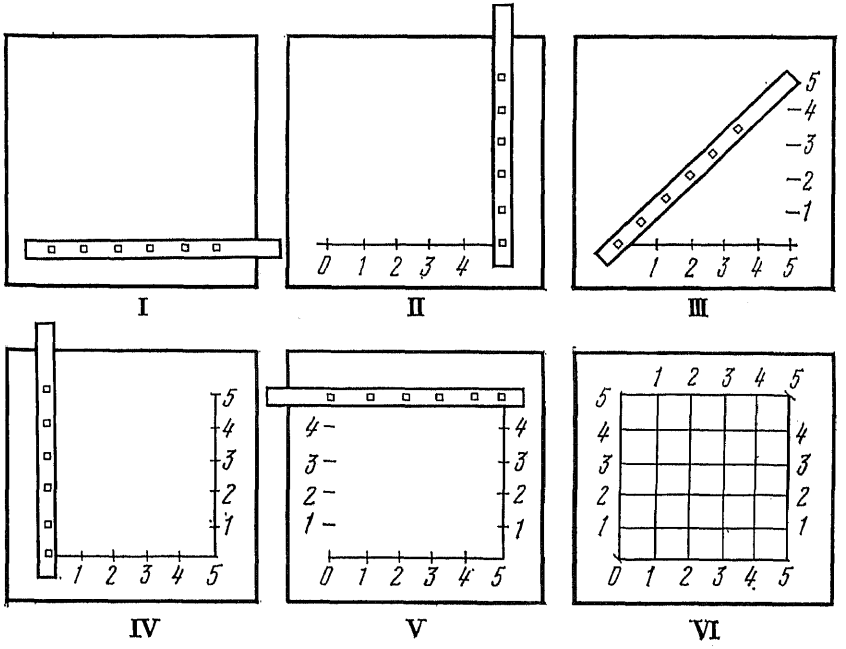


Рис. 19. Схема построения рамки и сетки квадратов с помощью линейки Дробышева

засечкой размеченной линии, и вновь по вырезам делают засечки.

III прием — штрих первого выреза линейки совмещают с первой засечкой, полученной при I приеме, а последним вырезом пересекают последнюю засечку, полученную при II приеме.

В результате получают первый прямоугольный треугольник. Второй прямоугольный треугольник строят аналогичным способом (приемы IV—VI). Получают, таким образом, квадрат. Правильность построения сетки проверяется по диагоналям. Если сетка нанесена правильно, линейка будет проходить через вершины квадратов. Полезным упражнением при овладении графической точностью работы карандашом является построение сетки квадратов с диагоналями (рис. 20, *а*). Сетка строится при помощи линейки, треугольника, циркуля-измерителя

(линейка Дробышева дает размеры рамки, кратные 10 см). Ошибки построения и вычерчивания будут хорошо видны в виде треугольников погрешностей (рис. 20, *б*).

Размечать стороны квадратов циркулем-измерителем следует путем последовательного деления отрезков пополам (с одновременной проверкой). Деление стороны квадрата путем откладывания наименьшего отрезка от какого-либо угла квадрата может привести к тому, что на противоположных сторо-

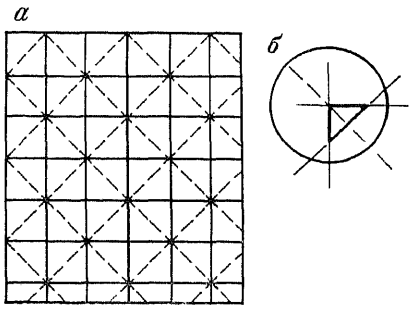
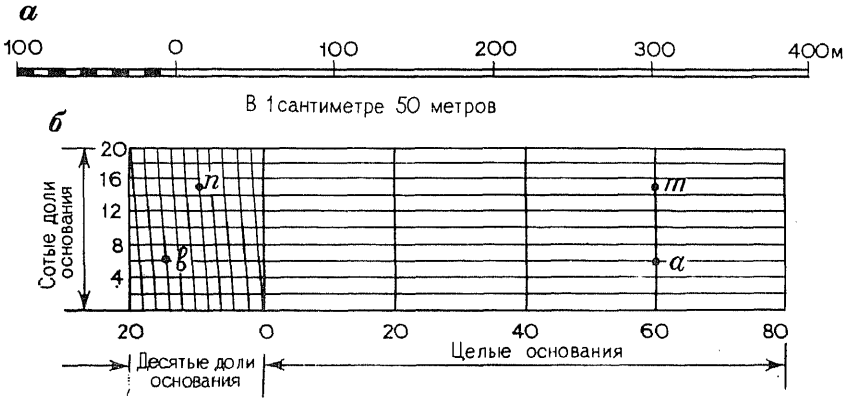


Рис. 20. Контроль построения сетки квадратов (*а*) и треугольник погрешностей (*б*)

Рис. 21. Линейный (*а*) и поперечный (*б*) масштабы



нах квадрата получатся разные остатки из-за накопления систематической ошибки в изменении раствора циркуля или в наколе точек.

При измерении линий на плане, а также при нанесении горизонтальных проложений линий местности пользуются линейным или поперечным масштабами.

Линейный масштаб (рис. 21, *а*) вычерчивают в две параллельные линии, из которых нижняя немного толще верхней. От начальной точки последовательно несколько раз откладывают отрезок, называемый основанием масштаба. Обычно основание принимают равным 1 или 2 см. На рис. 21, *а* величина основания равна 2 см. Крайний левый отрезок делят на 10 равных частей. Вправо и влево от нуля подписывают число мет-

ров на местности, соответствующее количеству оснований при данном численном масштабе. Размерность показывают у последней цифры. Линейный масштаб не всегда обеспечивает необходимую точность измерений. При работе с величинами порядка десятых долей миллиметра применяют поперечный масштаб, который обычно гравируют на металлических линейках (рис. 21, *б*).

Поперечный масштаб строят следующим образом. На линии откладывают несколько раз отрезок длиной 2 см, являющийся основанием. Из точек деления восставляют перпендикуляры и подписывают их от 0 влево и вправо. На крайних перпендикулярах откладывают 10 равных отрезков по 2 мм длиной. Противоположные точки соединяют тонкими линиями, параллельными основанию. На крайнем левом перпендикуляре точки подписывают с левой стороны через одну. Левые нижнее и верхнее основания делят на 10 равных частей. Точки деления соединяют в соответствии с рис. 21, *б*.

В результате построения цена одного деления на горизонтальной линии равна 1/10 основания масштаба, а минимальный отрезок между наклонной линией и перпендикулярной — 1/100. Поэтому длина отрезка *ab* равна 7,46 см, а *mn* — 6,95 см.

Пропорциональный или клиновой масштаб применяют при работе с разномасштабными аэроснимками и планами. При построении этого масштаба по горизонтали и вертикали откладывают одно и то же расстояние, выраженное в разных масштабах, концы полученных отрезков соединяют.

Масштаб уклонов (рис. 22, *а*) применяется при определении крутизны склонов на карте или плане, которая характеризуется уклоном i либо углом наклона α. Прежде чем строить масштаб, вычисляют заложения для различной крутизны скатов между горизонталями по формуле

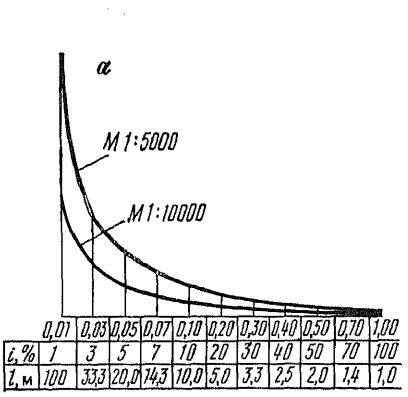
$$l = h/i,$$

где l — заложение, h — сечение рельефа, i — уклон. На горизонтальной прямой откладывают равные отрезки и подписывают значения уклонов в процентах, а также величины заложений для них. Затем на перпендикулярах из точек горизонтальной прямой откладывают в масштабе карты соответствующие заложения. Концы перпендикуляров соединяют кривой по лекалу.

Масштаб заложений (рис. 22, *б*) применяется для определения углов наклона склонов по заложениям между горизонталями. Прежде чем строить масштаб, по формуле

$$l = h \operatorname{ctg} \alpha$$

вычисляют заложения для разных углов наклона α при известном сечении рельефа h. На горизонтальной прямой откладывают равные отрезки и подписывают величину углов наклона и соответствующие им заложения в метрах. Затем на восстав-



i, %	0,01	0,03	0,05	0,07	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,70	1,00
l, м	100	33,3	20,0	14,3	10,0	5,0	3,3	2,5	2,0	1,4	1,0

i, %	1	3	5	7	10	20	30	40	50	70	100

α	0,5	1	2	3	4	5	10	15	20	30	45
l, м	114,6	57,3	28,6	19,1	14,3	11,4	5,7	3,7	2,8	1,7	1,0

Рис. 22. Масштабы:
а — уклонов; *б* — заложений

ленных из точек перпендикулярах откладывают в нужном масштабе заложения, а концы перпендикуляров соединяют кривой по лекалу.

§ 10. КОПИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Копирование чертежей заключается в воспроизведении рисунка оригинала.

Точное воспроизведение обычно выполняется с помощью фотографирования или электрографических аппаратов. Как правило, копия получается точной, но одноцветной. Фотографирование позволяет менять масштаб копируемого изображения.

Часто требуется неполное воспроизведение оригинала. В таких случаях применяются различные способы копирования:

с сохранением масштаба оригинала — на прозрачный пластик, на копировальном столе, способом перевода, способом перекалывания;

с изменением масштаба оригинала — с помощью пантографа, пропорциональным циркулем, с помощью проектора.

При копировании на прозрачный пластик последний накладывают на чертеж и скрепляют с ним. В первую очередь копируют внутреннюю рамку и километровую сетку. Во время копирования нерабочую часть пластика закрывают чистым листом бумаги. По окончании копирования производят проверку. Чтобы не было пропусков, корректуру ведут слева направо по элементам содержания.

Копировальный стол используют, когда копирование производится с прозрачного материала на прозрачный: пластик, бумагу, кальку. При копировании на бумагу следует следить за тем, чтобы карандаш не оставлял на ней глубокие бороздки. После копирования обязательна корректура.

Способ перевода обычно применяют при копировании на непрозрачный материал. Если оригинал также непрозрачный, то промежуточным материалом для перевода является калька, на обратной стороне которой затушевывают мягким карандашом абрис.

Способ перекалывания применяют при копировании простейших схем в виде точек и т. п. Для этого чертеж накладывают на чистый лист бумаги и перекалывают точки. Затем на нижнем листе обводят и подписывают наколы.

Копирование чертежей с изменением масштаба целесообразно выполнять фотопутем. Если это по какой-либо причине невозможно, применяют пантограф. Когда проекции исходного материала и требуемой копии неодинаковые, копирование абриса выполняют по клеточкам с использованием пропорционального циркуля.

В копировальных работах с увеличением или уменьшением масштаба копии широко применяются оптические проекторы. Например, универсальный топографический проектор (УТП-2) имеет диапазон изменения масштабного коэффициента от 4^x уменьшения до 4^x увеличения. Прибор работает как в отраженном свете, так и на просвет, позволяет производить небольшое трансформирование.

Глава 3.
РАБОТА ЧЕРТЕЖНЫМ ПЕРОМ

§ 11. ЧЕРТЕЖНЫЕ ПЕРЬЯ И РУЧКИ

Черчение выполняется специальными чертежными перьями, имеющими по сравнению с канцелярскими перьями меньшие размеры и тонкий рабочий конец. Чертежные перья изготавливают из стали высших сортов под № 41, 44, 290, 291 и 2350.

Для черчения на бумаге более удобны перья 44, 290 и 291, так как они имеют мягкий пружинящий конец. Тонкий конец этих перьев позволяет без их заточки получать линии толщиной 0,1 мм. Перья 41 и 2350 более жесткие и с более толстым концом. Поэтому их используют при черчении на пластике, фотобумаге, кальке.

Для чертежного пера предназначен специальный держатель — чертежная ручка. От канцелярской ручки она отличается меньшими размерами и тем, что кончик чертежного пера можно предохранить от повреждений, вставив перо в ручку острым концом вовнутрь. Вместо чертежной ручки можно пользоваться и канцелярской, однако перо из нее после работы, например при транспортировке, следует вынимать.

Перо в ручке должно держаться прочно. В противном случае чертить такой ручкой невозможно. При работе ручку держат так, чтобы бумаги касались обе створки пера. Тушь

набирают на внешнюю сторону пера в небольшом количестве, не дотрагиваясь пером до дна тушницы. На новое чертежное перо тушь может плохо ложиться. Поэтому его нужно 2—3 раза пронести через пламя. Перед началом работы перо и тушь опробывают на отдельном листе бумаги. При высыхании туши перо аккуратно протирают влажной тряпочкой. Чистить перо чертежной бумагой недопустимо.

В процессе работы чертежные инструменты тупятся. Поэтому периодически их необходимо затачивать. Заточку и шлифовку производят на мелкозернистых брусках, наждачной бумаге.

Для выявления дефектов инструмента, а также для контроля качества чертежа и измерения толщин линий применяют измерительную лупу и шкалу толщин линий. *Измерительная лупа* имеет 10^x увеличение и шкалу с делениями в 0,1 мм (рис. 23, *а*, *б*). Четкость изображения достигается передвижением окуляра по вертикали. Вместо измерительной лупы можно пользоваться простыми лупами с увеличением не менее 5^x.

Для определения толщины линии широко используется *шкала толщин линий* (рис. 23, *в*). Толщина вычерченной линии определяется сопоставлением этой линии со шкалой толщин на глаз. При черчении необходимая толщина устанавливается в рейсфедере путем проб и сравнения со шкалой.

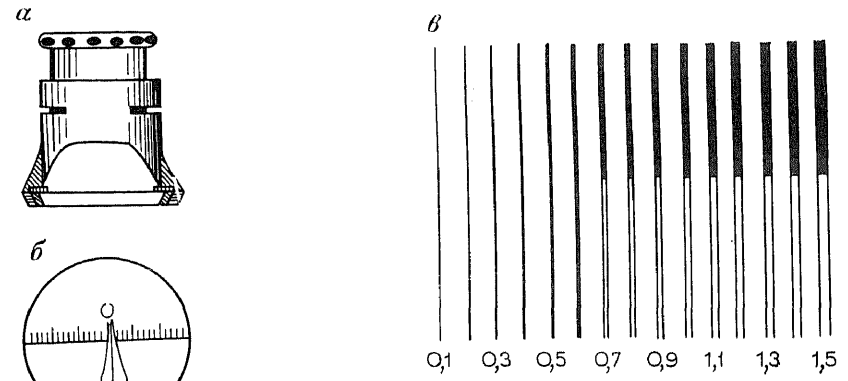


Рис. 23. Измерительная лупа *(а)*; проверка чертежного пера *(б)*, шкала толщин *(в)*

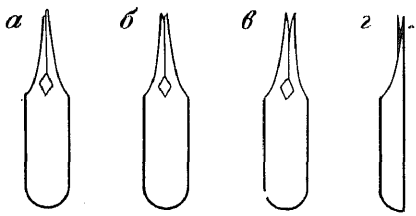


Рис. 24. Дефекты пера:
а — разная длина створок; *б* — разная ширина створок; *в* — раздвоение пера; *г* — расщепление пера

К чертежным перьям предъявляют следующие требования (рис. 24). Створки пера не должны иметь просвета, в противном случае тонкие линии не получатся. Створки должны иметь одинаковую длину, т. е. сходиться в одной точке и находиться в одной плоскости. Ширина их также должна быть одинаковой. При разной ширине створок линия будет толстой, при разной длине и положении в разных плоскостях — рваной, не сплошной. Поэтому перед работой перья тщательно проверяют.

Раздвоение пера устраняют надавливанием на внутреннюю сторону створок карандашом. При этом чертежную ручку слегка приподнимают, а карандаш сдвигают к концу пера (рис. 25, *а*). Далее приступают к заточке пера. Разную длину створок устраняют, стачивая на бруске длинную створку до

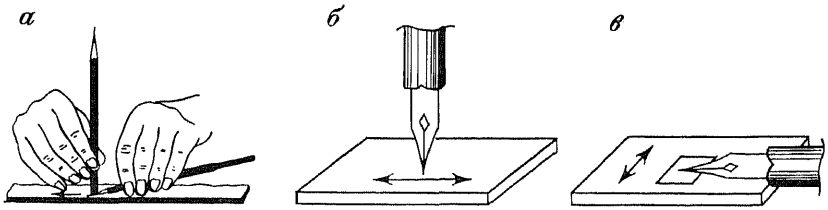


Рис. 25. Устранение дефектов пера

уровня короткой (рис. 25, *б*). Делают это с легким нажимом, держа ручку перпендикулярно к поверхности бруска. После того как створки пера станут одинаковыми по длине, приступают к заточке боковых граней. Для этого в разрез пера вставляют тонкий плотный кусочек бумаги и легким нажимом затачивают широкую створку (рис. 25, *в*). Ширина каждой створки пера должна быть не более 0,15 мм. Образовавшиеся после заточки на створках острые грани закругляют на бруске.

§ 12. ТЕХНИКА РАБОТЫ ЧЕРТЕЖНЫМ ПЕРОМ

Чертежное перо широко применяется в топографическом черчении. Им вычерчивают сложные по форме и небольшие по размеру условные знаки, горизонтали сложной рисовки, надписи, исправляют дефекты линий, проведенных другими инструментами. Высокое качество чертежа зависит, в свою очередь, от качества пера и умения владеть им.

В топографическом черчении при работе пером широко применяется метод наращивания (рис. 26, *а*), который заключается в следующем. Движением пера сверху вниз (на себя) прочерчивают штрих длиной до 1 мм, после чего перо отрывают от бумаги и от середины первого штриха, перекрывая его, прово-

дят второй и т. д., пока не будет вычерчена вся линия. У неопытного чертежника часто получается «елочка», т. е. не ровная тонкая линия, а линия с зазубринами. Наращивание следует выполнять без нажима на перо. Толстый штрих получают вычерчиванием двух параллельных тонких штрихов, интервал между которыми затушевывается. При вычерчивании сложных линий различных направлений чертеж постоянно поворачивают так, чтобы наращивание штриха велось на себя.

Черчение пером начинают после подготовки пера и туши к работе. Перо должно отвечать указанным выше требованиям,

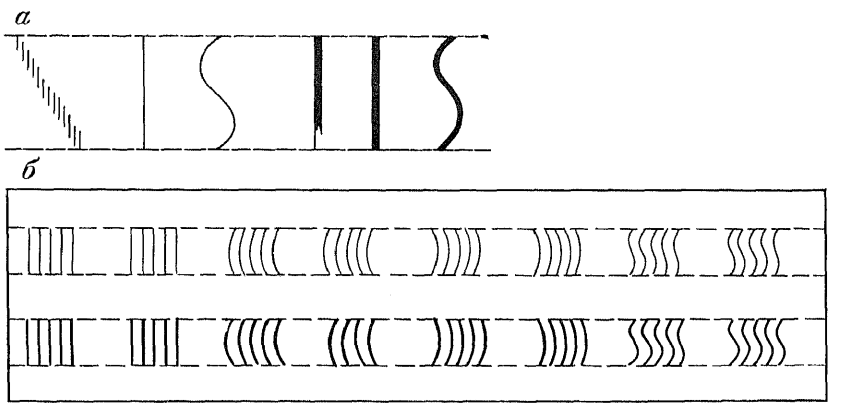


Рис. 26. Схема наращивания линии *(а)*, упражнение по вычерчиванию штрихов чертежным пером *(б)*

а тушь — правильно разведена. Бумаги чертежа и для пробы пера должны быть одного сорта. Туши на перо набирают немного и только на тыльную сторону. При черчении перо должно давать на бумаге тонкие налитые линии толщиной 0,1 мм.

Хорошей тренировкой является выполнение упражнения по вычерчиванию пером штрихов различной формы и толщины (рис. 26, *б*): предварительно делают в карандаше разграфку для горизонтальных и вертикальных линий, а также для первых штрихов. Прямые штрихи должны быть ровными, одинаковой толщины, параллельными и на одинаковом расстоянии друг от друга. Это упражнение помогает развивать также навыки в глазомерном определении толщин линий и интервалов между ними. Утолщенные штрихи заданного размера обязательно должны выполняться по шкале толщин линий. Сначала вычерчивают тонкие (прямые и кривые) линии, затем — утолщенные. Тонкие штрихи должны быть без заусенцев, утолщенные — иметь ровные четкие края. Дефекты штрихов должны быть устранены.

§ 13. ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ЧЕРЧЕНИЯ

Для подчистки на чертеже, вычерченном тушью или окрашенном краской, применяют различные острые предметы: скальпель или ланцет, гравировальную иглу, лезвие безопасной бритвы. Более удобным и универсальным является скальпель. Им можно срезать, выскабливать, подрезать и поджимать прочерченные линии или пятна.

Неверное изображение можно срезать вместе с верхним слоем бумаги скальпелем или лезвием бритвы. *Срез* делается от краев изображения к его средине. Легкий изгиб лезвия позволяет снять тонкий самый верхний слой бумаги. Лезвие держат слегка изогнуто и параллельно срезанному изображению.

Выскабливание выполняют изогнутой частью лезвия скальпеля очень легким нажимом, держа скальпель сначала вертикально, а затем под углом 30—40° к поверхности бумаги. Образующиеся ворсинки бумаги заглаживают через кальку твердым гладким предметом.

Подрез выполняют в тех случаях, когда необходимо уменьшить толщину линии на значительном протяжении. В этом случае прочерченную линию разрезают, сдвигая в сторону ненужную часть, которую потом срезают или выскабливают.

Поджим производят острой плоскостью ланцета, сдвигая различные утолщения линии (бугры, заусенцы и т. п.) в сторону прочерченной линии. Поджим лучше делать сразу после вычерчивания, когда тушь подсохла снаружи, но еще сохраняет влагу внутри. Ланцет в бумагу не врезают.

На месте исправления заново прочерченная линия, как правило, имеет невысокое качество. Поэтому, чтобы тушь не расплывалась, нарушенное волокно бумаги покрывают раствором коллодия. Его можно приготовить самостоятельно, для чего в ацетоне нужно развести кусочки целлулоида (в весовом соотношении соответственно 1 : 7). Для закрепления применяют также раствор алюминиевых квасцов (одна чайная ложка насыщенного раствора на стакан воды).

В тех случаях, когда необходимо снять линию или пятно без дальнейшей работы на этом месте, изображение закрашивают белой гуашью или составом типа «Штрих», применяемым в машинописи. Следует отметить, что при окраске акварельные краски на выскобленном месте задерживаются дольше, чем на ненарушенных участках бумаги, поэтому выскобленное место перед окраской покрывают квасцами.

Глава 4.

ЧЕРЧЕНИЕ РЕЙСФЕДЕРОМ И ЦИРКУЛЕМ

§ 14. РЕЙСФЕДЕРЫ

Рейсфедеры служат для вычерчивания линий тушью. Различают линейные (прямые, простые), вращающиеся (криво-

ножки), круговые (циркульные), а также одинарные и двойные рейсфедеры. Линейный рейсфедер предназначен для проведения линий по линейке или лекалу, вращающийся — для вычерчивания кривых линий от руки, круговой — для проведения дуг и окружностей.

Одинарный рейсфедер (рис. 27, *а*) состоит из двух металлических створок, закрепленных на ручке и раздвигающихся при помощи винта. Конструкция рейсфедеров может быть различной: с откидными и поворачивающимися створками, полуторными, полуавтоматическими, калибровыми. Первые легко

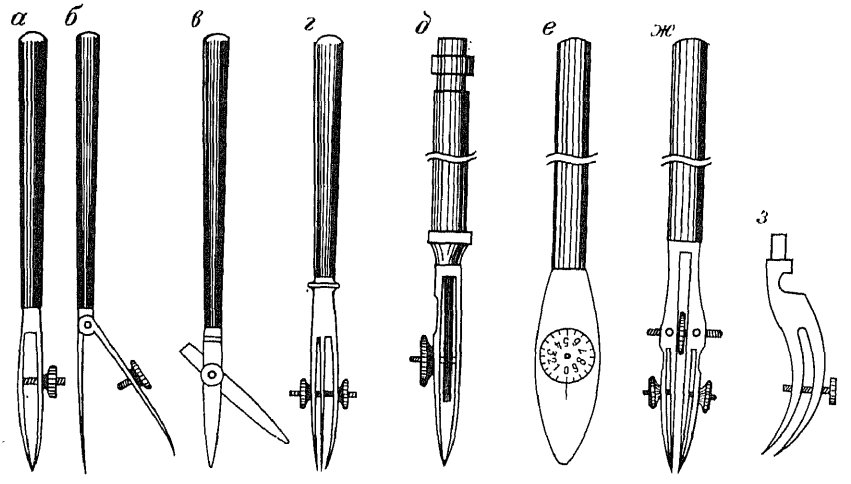


Рис. 27. Рейсфедеры

чистить (рис. 27, *б*, *в*), но они быстро изнашиваются. Полуторный рейсфедер (рис. 27, *г*) вмещает в себя больше туши и позволяет получать бóльшую толщину линии (обычный рейсфедер дает толщины линий до 1,5 мм). Полуавтоматический рейсфедер (рис. 27, *д*) имеет полую ручку, в которую заливается тушь. Тушь поступает к створкам по капиллярной трубке после нажатия головки наверху ручки. После работы полуавтоматом необходимо промывать резервуар для туши и капиллярную трубку. Калибровый рейсфедер (рис. 27, *е*) имеет на винте оцифровку, позволяющую устанавливать необходимую толщину линии. Широкие створки рейсфедера позволяют набирать больше туши при вычерчивании толстых линий.

Двойной рейсфедер состоит из двух скрепленных между собой рейсфедеров, имеющих одну ручку (рис. 27, *ж*). Помимо винтов, регулирующих толщину линий, имеется винт, изменяющий расстояние между рейсфедерами. Двойным рейсфедером удобно вычерчивать по линейке параллельные линии.

Круговой рейсфедер (рис. 27, *з*) предназначен для чертежного циркуля. Отличается изогнутостью створок, которые при

работе помогают достигать перпендикулярности рейсфедера к плоскости чертежа.

В последние годы наша промышленность стала выпускать рапидографы — чертежные трубчатые ручки, в которых тушь из резервуара подается не в рейсфедер, как в полуавтоматическом рейсфедере, а в тонкую трубку. Разный диаметр трубочек позволяет вычерчивать линии различных толщин. Рапидографы можно использовать как чертежные ручки и как рейсфедеры. Однако лучше всего чертить ими по шаблонам. Обведение прорези шаблона при вертикальном положении рапидографа обеспечивает получение хорошего качества изображения.

Рейсфедер должен вычерчивать ровные линии толщиной от 0,1 до 1,2 мм. Изображение высокого качества получают при выполнении следующих требований: концы створок рейсфедера должны иметь одинаковую длину и толщину и находиться в одной плоскости; рейсфедер должен быть хорошо заточен, но не резать бумагу; рейсфедер должен быть прочно закреплен на ручке, а кривоножка — на стержне. Поэтому перед работой инструмент должен быть проверен.

Если при просмотре будут обнаружены дефекты, обозначенные на рис. 28, рейсфедер следует заточить. Заточку производят на мелкозернистом точильном бруске (оселке) средней и высокой твердости. Предварительно брусок смазывают машинным маслом.

Вначале необходимо сделать концы створок рейсфедера одинаковыми по длине. Для этого соединяют створки винтом и стачивают их, держа рейсфедер перпендикулярно и наклоняя его влево и вправо при движении (рис. 29, *а*). На рисунке показано состояние рейсфедера до и после первого приема заточки. Затем нужно заострить сточенный конец створки рейсфедера. Для этого между створок закладывают кусочек ластика или

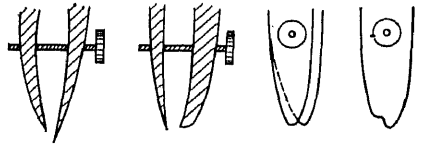


Рис. 28. Дефекты рейсфедера

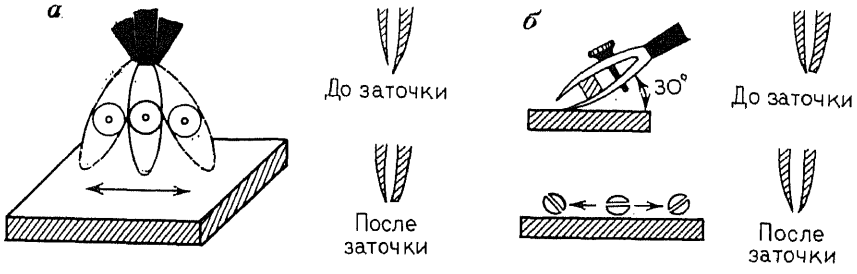


Рис. 29. Заточка рейсфедера: *а* — I прием; *б* — II прием

дерева и стачивают внешнюю сторону указанной створки (рис. 29, *б*).

После заточки, чтобы снять заусеницы, производится шлифовка инструмента на сухой мелкозернистой наждачной бумаге. Делается это теми же приемами, что и при заточке, но с минимальным нажимом. Внутренние стороны створок шлифуют вдвое сложенной шкуркой. Двойной рейсфедер точат так же, как и одинарный.

§ 15. ЧЕРЧЕНИЕ РЕЙСФЕДЕРАМИ

Рейсфедер заправляют тушью с помощью узкой полоски пластика или спички, очиненной в виде лопаточки, при разведенных створках на 0,2—0,3 мм. При этом рейсфедер держат в правой руке в наклонном положении и стараются, чтобы тушь не попала на внешние стороны створок. Высота столбика заправленной в рейсфедер туши должна быть в пределах 5—7 мм.

При вычерчивании линий по линейке (рис. 30) рейсфедер следует держать винтом от себя при небольшом наклоне в сторону движения или перпендикулярно. Ось рейсфедера должна проектироваться на направление вычерчиваемой линии. Иначе при наклоне рейсфедера на себя передняя створка не будет касаться бумаги и верхняя сторона вычерченной линии окажется рваной. При наклоне от себя рваной окажется нижняя сторона линии (часто при таком положении тушь подливается под линейку).

Вычерчивание ведут слева направо с небольшой равномерной скоростью и легким нажимом, без задержек и повторений, выдерживая графическую точность. Кисть руки должна, опираясь на линейку, скользить по ней. При этом не следует сильно прижимать створки к линейке и поворачивать рейсфедер вокруг его оси. Перед чистовым проведением линии следует проверить рейсфедер на пробной бумажке. Если тушь не сходит со ство-

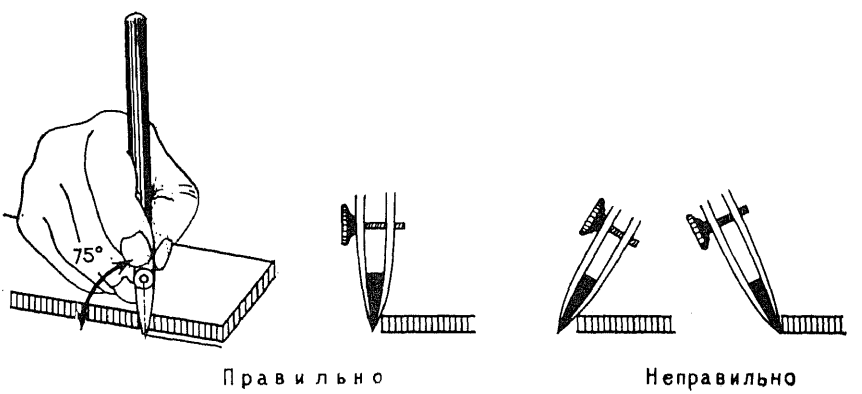


Рис. 30. Положение рейсфедера при черчении

рок, то следует развести ее или прочистить рейсфедер влажной тряпочкой. Чистку рейсфедера надо производить периодически, так как тушь довольно быстро сохнет. Вычерченные линии должны быть налитыми и заданной толщины.

Чтобы получить линию необходимой толщины, створки рейсфедера устанавливают по шкале толщин вначале приблизительно, затем рейсфедер опробывают и корректируют выбранный раствор. Рейсфедером можно вычерчивать линии толщиной 0,1—1,0 мм.

Вычерчивание толстых линий производится в несколько приемов. Вначале вычерчивают широким раствором рейсфедера верхнюю часть линии. При этом верхняя створка рейсфедера должна совпадать с верхней границей линии. Затем проводят нижнюю часть линии, совмещая нижнюю створку рейсфедера с нижней границей линии. Если в середине линии остался просвет, его заливают тушью с помощью рейсфедера или кисти. Применение двойного рейсфедера значительно упрощает вычерчивание толстых линий.

Вращающийся рейсфедер называется *кривоножкой*. Кривоножки бывают одинарными и двойными. Одинарная кривоножка (рис. 31, *а*) имеет рейсфедер с изогнутыми створками пера. Рейсфедер прикреплен к стержню, свободно вращающемуся в ручке (трубке), если между гайкой и ручкой на стержне есть зазор. Контргайка предназначена для сохранения положения, приданного гайке. Если гайка с контргайкой завинчена до упора, кривоножка будет работать как рейсфедер. Чем короче створки рейсфедера и круче их изгиб, тем подвижнее кривоножка.

Двойная кривоножка — это вращающийся двойной рейсфедер (рис. 31, *б*). Предназначена для одновременного вычерчивания двух параллельных кривых.

Кривоножка должна отвечать тем же требованиям, которые предъявляются к рейсфедеру. Дополнительным условием является свободное вращение стержня, на котором укреплена кривоножка, внутри ручки. Если стержень погнут, его прокатывают между металлическими пластинками. Ржавчину и грязь счищают шкуркой и тряпочкой, смоченной в керосине. Заточку кривоножки выполняют так же, как и рейсфедера, при этом гайку и контргайку завинчивают до упора. Двойную кривоножку точат так же, как и одинарную.

Хорошо заточенная кривоножка должна давать линии одинаковой толщины с ровными краями. В плохо заточенной кривоножке короткая створка дает рваную линию, а длинная режет бумагу.

При работе кривоножкой зазор между гайками должен быть не более 0,5 мм, так как больший зазор затрудняет установку кривоножки на чертеже. Кривоножку следует держать строго вертикально (рис. 32), это одно из важнейших условий качественной работы. Не следует вращать пальцами ручку крио-

ножки, так как это нарушает вертикальность положения. Нажим и скорость такие же, как и при работе рейсфедером. Однако при крутых изгибах линии нажим необходимо несколько усилить, а движение замедлить, при этом кривоножку ведут движением кисти, опираясь на мизинец. Слабо изогнутые линии проводят движением всей руки, удобное положение которой избирается самим чертежником.

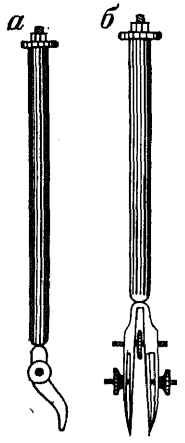


Рис. 31. Кривоножки

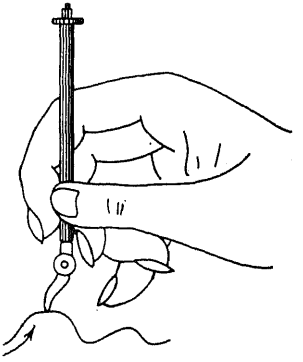


Рис. 32. Положение кривоножки при черчении

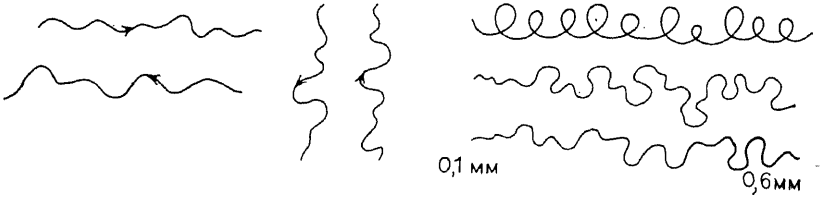


Рис. 33. Упражнения по работе кривоножкой

Чертить кривоножкой можно в любом направлении. Чтобы овладеть навыками работы с кривоножкой, выполняют упражнения по вычерчиванию линии «по следу» вправо, влево, от себя и к себе (рис. 33). Если кривоножка сошла с линии оригинала или необходимо переменить положение руки, ее приподнимают и, оставив небольшой разрыв, вновь опускают на линию, продолжая движение. Разрывы в конце работы соединяют пером.

§ 16. ЧЕРТЕЖНЫЕ ЦИРКУЛИ

Чертежный (круговой) циркуль (рис. 34, *а*) применяется при вычерчивании дуг и окружностей диаметром более 5 мм тушью или карандашом. Одна ножка циркуля имеет шарнирное

соединение с наконечником, в который вставляют карандаш (рис. 32, *б*) или циркульный рейсфедер. Шарнирное соединение обеспечивает перпендикулярность рейсфедера к плоскости чертежа. Для вычерчивания окружностей диаметром более 150 мм используется удлинитель (рис. 34, *в*). При проведении из одного центра нескольких концентрических окружностей применяют специальные иголки и центрики (рис. 34, *г*). Ножка циркуля с иглой должна быть немного длиннее ножки с рейсфедером или графитом, при таком состоянии циркулем легче работать.

Кронциркуль (рис. 35, *а*). Предназначен для вычерчивания дуг и окружностей небольших размеров — до 7 мм. Чтобы качество черчения было высоким, стержень с иглой должен свободно вращаться в полом цилиндре и не качаться. Ось щечек рейсфедера должна находиться в одной плоскости с осью иглы и совпадать с ее острием (рис. 35, *б*).

Во время работы кронциркулем игла должна быть перпендикулярна к плоскости чертежа. При черчении вначале устанавливают иглу, затем опускают рейсфедер и вращают его слева направо один раз до получения требуемого изображения. Размер вычерчиваемой окружности устанавливается регулировочным винтом, толщина линии — зажимным винтом. По окончании работы сначала поднимают рейсфедер, а затем иглу.

Перед началом работы выполняют проверку и заточку циркулей. Если иглы в циркуле неправильной формы или они затупились, их затачивают. Для этого иглу вынимают из ножки циркуля и равномерно обтачивают боковые стороны на наж-

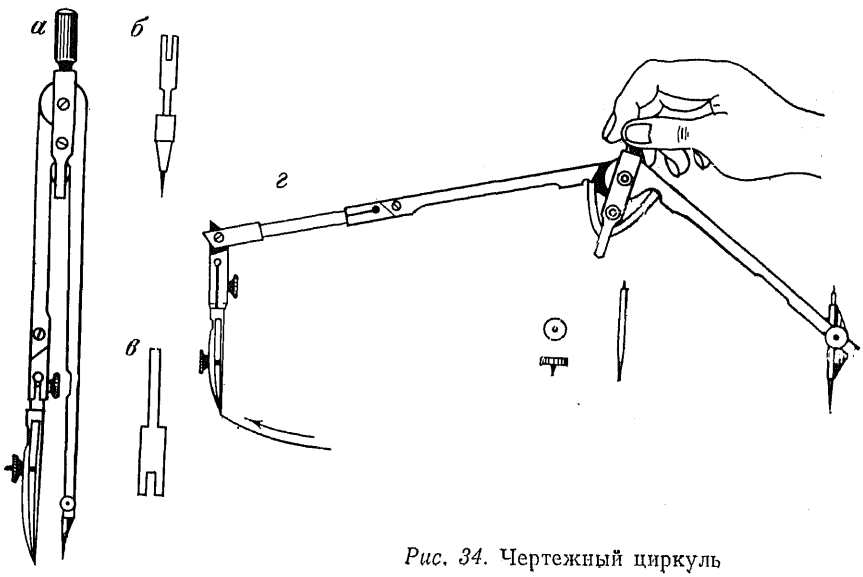


Рис. 34. Чертежный циркуль

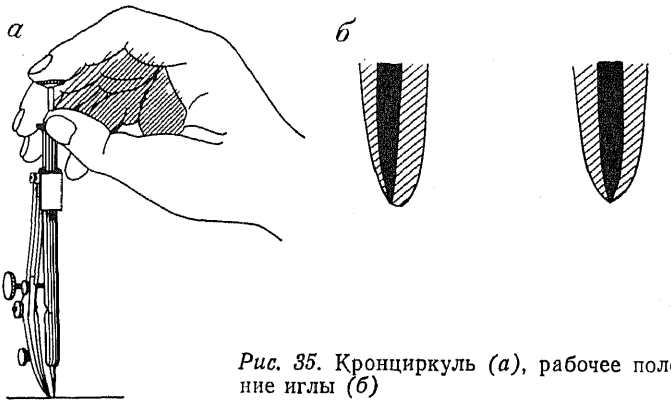


Рис. 35. Кронциркуль *(а)*, рабочее положение иглы *(б)*

дачной бумаге. При установке игл в циркуле необходимо добиться их одинаковой длины и сходимости в одной точке. После этого их закрепляют зажимными винтами. Разведение ножек циркуля регулируется винтами шарнирного устройства.

Чтобы устранить качание иглы, ее вывинчивают, отделяют рейсфедер от полого цилиндра и ударами молоточка уменьшают отверстие нижнего конца цилиндра. Боковое качание рейсфедера устраняется прочным закреплением пружины. Тугое вращение иглы в трубке указывает на ее искривление. Погнутый стержень прокатывают между металлическими пластинами. Ржавчину и грязь очищают шкуркой и протирают тряпочкой, смоченной в керосине.

Затем приступают к заточке рейсфедера, кронциркуля. Уравнивание створок рейсфедера выполняется вращением кронциркуля на бруске при вертикальном положении иглы. После этого выполняют заточку внешних сторон створок рейсфедера, предварительно вынув иглу из кронциркуля. Заточка кронциркуля проверяется вычерчиванием окружностей разного диаметра и толщины. Если линия получается рваной, рейсфедер затачивают вновь.

Глава 5.
РАБОТА КРАСКАМИ

§ 17. КРАСКИ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ КАРТ

Акварель — прозрачные, разводимые водой краски. Красящим веществом в акварели являются пигменты. В качестве связующего вещества применяется растительный клей, хорошо растворимый в воде: вишневый клей, гуммиарабик, декстрин, мед и т. п. В состав акварели входят также обычные добавки.

Акварель отличается чистотой цвета, поэтому работают ею обычно на белой бумаге, окрашивая тонким слоем.

К акварельным краскам предъявляется ряд требований. Они должны быть светостойкими, т. е. не менять свой цвет при длительном воздействии освещения. Светостойкость обозначается на этикетке набора красок звездочками. Чем больше звездочек, тем более стойка краска к свету.

Акварельные краски должны быстро разводиться в воде и не давать большого осадка через час-два после разведения, должны смываться с поверхности бумаги ватным тампоном, смоченным в воде, но не должны стираться сухой ватой. При окраске должны равномерно распределяться по поверхности бумаги.

Акварельные краски выпускаются полусухими (в формочках) и пастообразными (в тюбиках). Для картографических работ наиболее пригодны акварельные краски в наборе — «Ленинград», «Нева», «Акварель». В наборах бывает от 6 до 30 красок.

Разведение красок и окрашивание площадей производится при помощи кисточек (рис. 36), качество которых зависит в первую очередь от вида волосков, из которых они изготовлены. Лучшими считаются колонковые кисти, неплохие — беличьи и хорьковые. Для окрашивания несложных по конфигурации площадей вполне можно пользоваться кистями из синтетического волоса. Хорошие кисточки упруги, вбирают в себя много влаги.

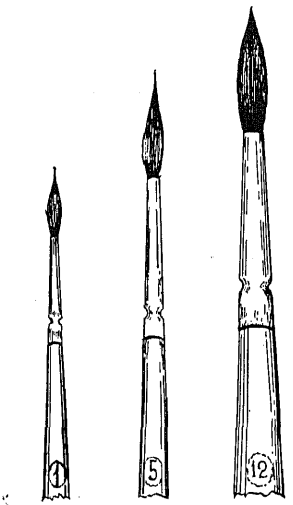


Рис. 36. Кисти

Кисти выпускаются разных размеров, от 1-го до 24-го номера. Размер кисти соответствует ее величине. Поэтому для окрашивания больших площадей берутся кисти больших размеров — № 5, 7, 12, для небольших площадей — № 1, 2. Для некоторых картографических работ удобны двухконечные кисти.

Качество кисточки определяется также формой, которую принимают волоски при смачивании, они должны давать острый конец. Отклонившиеся от пучка волоски подрезать не следует, их осторожно обжигают, предварительно опустив кисть в воду. Обязательна промывка кистей после работы в чистой воде или слабом растворе питьевой соды. Хранить кисточки следует сухими в коробке, чтобы не заминались волоски.

Начиная работать с новым набором акварельных красок, очень полезно сделать накраски на бумаге в порядке расположения красок в коробке. Для каждой краски можно сделать накраски слабого и сильного тонов. Снимая с новых красок обертку с названием краски, рекомендуется не выбрасывать ее, и приклеить под формочкой на дне коробки. Это облегчит пользование набором.

В наборах названия красок даются по их цвету. Например, в «Акварели художественной» (в формочках) 16 следующих красок: лимонная, желтая, золотистая, оранжевая, розовая, алая, красная, зеленая, изумрудно-зеленая, синяя, бирюзовая, коричневая, красно-коричневая, фиолетово-розовая, фиолетовая, черная.

Одни и те же краски в разных наборах порой имеют разные названия. Например, красная краска может называться киноварью, карминным лаком, кармином.

Гуашь — непрозрачные, разводимые водой краски на клею и с примесью белил. Непрозрачность красок позволяет накладывать светлые краски на темные. Примесь белил придает гуашевым краскам матовую бархатистость. Применяются при изготовлении оригиналов обложек карт, атласов и т. п.

Темпера — краски, разводимые водой, в которых связующим веществом служат эмульсии. Применяются при оформлении авторских оригиналов.

§ 18. ТЕХНИКА РАБОТЫ ПРИ РОВНОЙ ФОНОВОЙ ОКРАСКЕ

Фоновая окраска подразумевает ровное окрашивание площади. Для обеспечения фоновой окраски необходимы знание техники раскрашивания, а также правильная подготовка красок и бумаги.

Вначале разводят краску, так как она должна отстояться. Краски рекомендуется разводить в неширокой посуде, воды в которой должно быть не менее 2—2,5 см по высоте. Свежеразведенная и густая акварельная краски дают при окрашивании полосы и пятна. Верхний слой отстоявшейся краски переливают в чистую посуду и ею пользуются при фоновой окраске. Обычно краска отстаивается около часа. При недостатке времени от крупных частиц пигмента в разведенной краске избавляются фильтрованием. Брать краску нужно только с верхнего слоя приготовленного раствора, не дотрагиваясь кистью до осевших на дно частиц. Разводить краски нужно столько, чтобы ее хватило для окраски. Перед работой всегда делают пробное окрашивание.

Для фоновой раскраски подбирается плотная белая бумага, желательно без оттенков и без посторонних включений. Стирать на бумаге, подлежащей окрашиванию, категорически запрещено, так как при окрашивании будут образовываться пятна, которые нельзя исправить. Закрепленную на фанере или картоне бумагу смачивают с помощью кисти или ватного тампона чистой водой.

К фоновой окраске приступают только после того, как бумага высохнет. Красят обязательно при наклонном положении бумаги движением кисти слева направо и снова, уже ниже, справа налево. Окраску начинают с верхней части контура.

Бумагу поворачивают так, чтобы узкая сторона окрашиваемой поверхности была вверху. При этом на кисти всегда должен быть избыток краски в виде красочного валика, так как окраска полусухой кистью приводит к полосам. Поэтому на кисть берут столько краски, чтобы ее было в избытке, но чтобы она в то же время не капала с кисти. Если красочный валик иссяк, то кисточкой снова добирают краску. При этом краску всегда берут сверху раствора. Излишек краски внизу окрашенной площади снимают кистью, предварительно осушенной о промокательную бумагу.

Движения кисти должны быть плавными, не очень быстрыми, чтобы не исказить границу окрашиваемой площади. В то же время работать медленно нельзя, так как подсыхающая краска может дать полосы. Ни в коем случае не следует пытаться подправлять уже окрашенные участки. Это приведет к пятнам. Если нужно повторить окраску для усиления тона, то лучше повторить окрашивание в обратном направлении и лишь после того, как высохнет первая окраска.

Площади со сложной конфигурацией во избежание образования пятен или полос окрашивают по частям. Для этого в качестве границ принимают различные линии на бумаге (дороги, реки, меридианы и т. п.). Не следует просушивать окрашенную площадь промокательной бумагой.

Если на окрашенной площади обнаружатся пятна, не нужно спешить переделать работу заново. В большинстве случаев ее можно поправить. Например, более темные пятна легко ослабляются мягкой резинкой. Если пятно большого размера, то его промывают ватным тампоном или кистью чистой водой, а смытую краску промокают бумагой. Иногда помогает промывка мыльным раствором. Светлые пятна закрашивают полусухой кистью, стараясь не заходить за пределы пятна. В тех случаях, когда вышеперечисленные приемы не помогают, делают «заплатку». Для этого чистый лист бумаги окрашивают в нужный тон, вырезают из него «заплатку», с обратной стороны утоньшают ее края и заклеивают испорченное место.

Нужный цвет для окрасок можно получить двумя способами: механическим и лессировкой. При механическом способе нужный цветовой тон получают смешением различных красок. Например, чтобы получить зеленый цвет, смешивают желтую и голубую краски. При лессировке нужный цвет получается путем последовательного наложения одной краски при окрашивании на другую. Например, зеленый цвет можно получить, окрасив голубую площадь желтой краской. Способ лессировки обычно применяется при исправлении работ, а также при подборе более гармоничного сочетания цветов. Кстати, используя голубую, розовую и желтые краски, можно получить зеленый, оранжевый и синий цвета.

Работа красителями отличается от технологии окраски акварельными красками. Во-первых, красители не нуждаются

в отстаивании. Во-вторых, они проникают в толщу бумаги, а потому не смываются водой с окрашенной поверхности. Наконец, красители при окраске бумаги не дают ровного фона. Как правило, первые движения кисти создают более интенсивную окраску, чем последующие (краситель быстро впитывается в бумагу). Поэтому при работе на чертежной бумаге пользуются не красителями, а акварельными красками.

Красители широко применяют при окраске картографических фотоизображений или при изготовлении красочных оригиналов карт по особой технологии на специальной бумаге (см. § 103). В качестве фотоматериала используют матовую фотобумагу, дающую более высокое качество окраски по сравнению с глянцевой. В качестве красителей обычно используют специальные фотокрасители.

Для равномерного распределения красителя по поверхности фотобумаги в краситель добавляют глицерин и поливиниловый клей.

Глава 6.
ШРИФТЫ И НАДПИСИ НА КАРТАХ

§ 19. ЗНАЧЕНИЕ НАДПИСЕЙ НА КАРТАХ

На картах различного содержания, назначения и масштабов изображение природных и социально-экономических объектов и явлений условными знаками дополняется надписями.

По своему значению надписи являются: собственными названиями географических объектов (городов, рек, озер и др.), условными знаками, собственными названиями и условными знаками одновременно, пояснительными словами (озеро, гора, совхоз — часто в сокращенной форме, числовые характеристики и др.), пояснительным текстом.

Надписи на картах помогают их чтению и детальному изучению содержания.

Надписи на картах выполняются различными шрифтами, отличающимися рисунком букв. Так, например, для топографических карт масштаба 1 : 10 000 используется 15 различных шрифтов. Рисунок букв каждого шрифта имеет элементы, присущие только данному шрифту.

Для групп родственных объектов применяются определенные шрифты. Например, на топографических картах масштаба 1 : 10 000 для названий городов — 5 шрифтов прямого начертания, для названий объектов гидрографии — 2 курсивных шрифта. Подписи названий городов или рек, выполненные соответствующими шрифтами, являются одновременно и собственными наименованиями, и условными знаками, обозначающими именно те объекты, к группе которых они относятся.

§ 20. ОСТОВНЫЕ ШРИФТЫ И МЕТОДИКА ВЫЧЕРЧИВАНИЯ БУКВ И СЛОВ

Правильное вычерчивание надписей на съемочных и составительских оригиналах карт основывается на знании особенностей различных шрифтов и соблюдении правил их построения. В основе рисунка букв наливных шрифтов, которые применяются на топографических и других картах, лежат их остовные шрифты. Такое название они имеют потому, что все элементы их букв — тонкие, волосные, линии (0,15 мм), которые образуют остов букв соответствующего наливного шрифта. На основе остовных букв можно воспроизвести буквы наливного шрифта. Например, остовный древний курсив, как и наливной,— шрифт узкий, не имеет подсечек и нижних правых закруглений. На рис. 37 показаны буквы этого шрифта в наливном (контуром) и остовном (утолщенной линией) исполнении.

При переходе от наливного шрифта к остовному руководствуются правилом: остовный шрифт должен сохранить высоту, ширину, рисунок букв своего наливного шрифта. Соблюдение этих правил необходимо для того, чтобы надписи, выполненные остовными шрифтами на полевых и составительских оригиналах карт, занимали такую же площадь, какую займут надписи, воспроизведенные наливными шрифтами.

На рис. 37 показана система перехода трех наливных курсивных шрифтов: Древнего, БСАМ и Литературного к их остовным начертаниям.

В топографическом черчении используют два вида остовных шрифтов: Остовный курсив (БСАМ) и Остовный прямой (рис. 38).

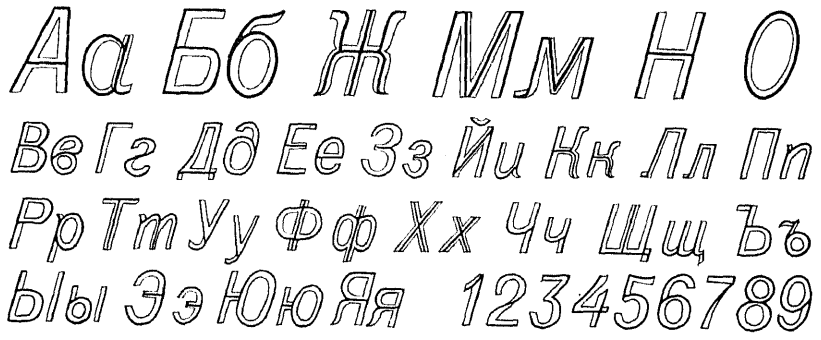
Особенности шрифта Остовный курсив

Шрифт Остовный курсив — наклонный. Наклон букв определяется вспомогательным построением. Если провести ряд параллельных горизонтальных линий, образующих строки и промежутки между ними, то для получения линии наклона по горизонтальному направлению от некоторой начальной точки откладывают отрезок длиной, например, 10 мм, а по вертикальному направлению — 5 таких же отрезков (50 мм). Соединив концы горизонтального и вертикального отрезков, получают линию наклона 1 : 5.

Соотношение ширины и высоты буквы этого шрифта составляет 3/5, что соответствует группе нормальных букв, таких, как Н, П, И. Буквы Жж, Мм, т, Фф, х, Шш, Щщ, Ыы, Юю в 1,5—2,0 раза шире, чем нормальные.

Почти все заглавные буквы по своему рисунку отличаются от строчных. Прямолинейные элементы заглавных букв заканчиваются двусторонними подсечками. Строчные буквы имеют левосторонние подсечки только вверху у каждого левого прямолинейного элемента. Как исключение, нижний элемент буквы

ДРЕВНИЙ КУРСИВ



БСАМ КУРСИВ

ЛИТЕРАТУРНЫЙ КУРСИВ

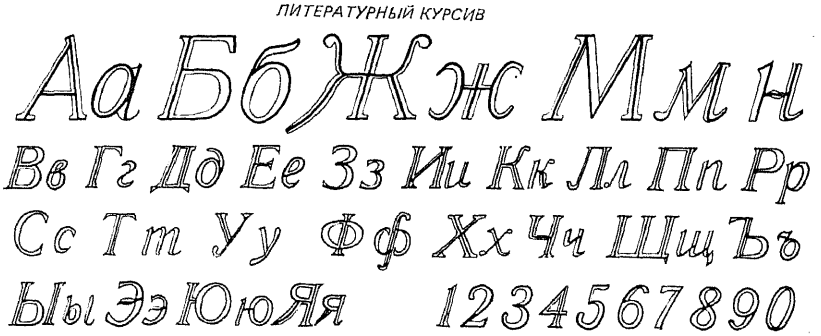


Рис. 37. Переход от наливных шрифтов к остовным

ОСТОВНЫЙ КУРСИВ

Аа Бб Вв Гг Дд Ёё Жж Зз
Йй Кк Лл Мм Нн Оо Пп
Рр Сс Тт Уу Фф Хх Цц Чч
Щщ Ъъ Ыы Ьь Ээ Юю Яя
1234567890

ОСТОВНЫЙ ПРЯМОЙ

Аа Бб Вв Гг Дд Ёё Жж Зз
Йй Кк Лл Мм Нн Оо Пп
Рр Сс Тт Уу Фф Хх Цц Чч
Щщ Ъъ Ыы Ьь Ээ Юю Яя
1234567890

Рис. 38. Образцы шрифтов

р заканчивается двусторонней подсечкой. Правые прямолинейные элементы строчных букв заканчиваются внизу плавным закруглением. В буквах и, ц, ш, щ, п, т, ч, у соединительные элементы имеют плавные очертания.

Все округлые буквы имеют в основе своего рисунка овал — букву о. Их построение показано на рис. 39.

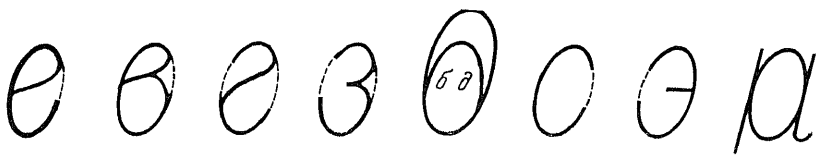


Рис. 39. Построение букв с округлыми элементами

Строчные буквы д и б имеют надстрочные элементы, р и у — подстрочные, ф — и те, и другие. Величина этих элементов равна половине высоты буквы.

В заглавных буквах Б, В, Е, Ж, З, Н, Э, Ю, Я, К и в строчных н, я, к, ж средний горизонтальный элемент вычерчивается не точно по геометрической середине буквы, а несколько выше (1/10—1/20 высоты буквы), а в буквах А, Р, Ч — ниже середины.

Круглые буквы О, С и другие по сравнению с буквами Н, П кажутся меньше по высоте, поэтому их вычерчивают на толщину линии выше и ниже строки.

Особенности шрифта Остовный прямой

За основу рисунка букв этого шрифта взят шрифт Рубленый широкий с остовным (волосным) начертанием, не имеющий подсечек. Отношение ширины к высоте нормальных букв — 3/5. Буквы Ж, Ш, Щ, Ю в 1,5—2 раза шире, чем нормальные. Заглавные и строчные буквы, за исключением а, б, е, р, у, ф, имеют одинаковый рисунок. Все округлые буквы шрифта вычерчиваются на основе буквы о : а, б, е, Зз, р, Сс, Ээ, Юю.

Строчная буква б имеет надстрочный элемент, у, р — подстрочный, ф — тот и другой элементы. Длина их равна половине высоты буквы.

Горизонтальные элементы заглавных и строчных букв Б, Вв, Ее, Зз, Жж, Кк, Нн, Ъъ, Ьь, Ээ, Юю, Яя вычерчиваются несколько выше середины, а в буквах А, Р, Чч — ниже.

Методика вычерчивания букв и слов

На полевых и составительских оригиналах подписи остовными шрифтами выполняют вначале остро заточенным карандашом (3Т-4Т) без сильного нажима на бумагу, чтобы не было вдавленных линий. Буквы в словах не пишут, а вычерчивают методом наращивания штриха. Выполненные карандашом надписи закрепляют тушью тем же методом (§ 7, 12).

Высота заглавных букв должна быть в 1,5 раза больше высоты строчных. Однако при мелком шрифте ширину строчных букв несколько увеличивают, чтобы повысить читаемость. Так, при высоте строчных букв, равной 2 мм, они имеют почти такую же ширину. Если надписи выполняются одними заглавными буквами, то все буквы вычерчиваются одной высоты.

Очень важным является правильная расстановка букв в словах. Ввиду того что буквы имеют различный рисунок, промежутки между ними в словах (межбуквенные просветы) определяют не линейной величиной, а площадью просветов. Чтобы буквы в слове зрительно воспринимались равномерно расположенными, просветы между ними должны быть равными по площади.

При написании слов соблюдают следующие правила расстановки букв. Если соседние элементы рядом стоящих букв —

прямые, то линейный промежуток между ними берется равным 1/3 ширины нормальной буквы. При соотношении ширины и высоты нормальной буквы, равном 3/5, просвет составит 1/3 площади нормальной буквы. Условно назовем эту площадь нормальным просветом.

Когда соседние элементы букв различаются по форме (прямой и овальный, прямой и наклонный, наклонный и овальный, оба наклонные или оба овальные), то площади просветов между буквами увеличиваются. Уравнивание просветов между буквами до нормального выполняют на глаз, сближая или раздвигая соседние буквы. На рис. 40, *а* показано, что при одинаковых линейных интервалах между буквами в слове «глина» буква «г» оторвалась от «л», так как к нормальному просвету добавилась дополнительная площадь (заштрихована). Чтобы устранить этот зрительно воспринимаемый разрыв, букву «г» следует сместить вправо (рис. 40, *б*).

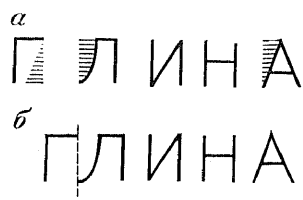


Рис. 40. Расстановка букв в словах

Промежутки между словами берутся равными двойной ширине нормальной буквы. При написании слов вразрядку буквы размещают так, чтобы первая и последняя буквы слова приходились на начало и конец строки. При этом должна быть выдержана равновеликость просветов между буквами. Если вразрядку на одной строке должны быть написаны несколько слов, то расстояния между ними делают в 1,5—2 раза больше, чем между буквами.

§ 21. ПРАВИЛА РАЗМЕЩЕНИЯ ПОДПИСЕЙ НАЗВАНИЙ ОБЪЕКТОВ НА КАРТАХ

Населенные пункты

Название населенного пункта располагают по строке, параллельно северной (южной) рамке карты или вдоль параллелей, преимущественно справа от изображения пункта (рис. 41, *а*). Если невозможно расположить надпись справа от населенного пункта из-за нагрузки карты другими элементами изображения, то подпись названия делают с любой стороны, но из всех возможных вариантов выбирается такой, при котором подпись перекрывает как можно меньше других условных обозначений (рис. 41, *б*). При частом расположении населенных пунктов на карте подписи их названий должны ясно указывать, к какому из них они относятся (рис. 41, *в*).

На крупномасштабных топографических картах изображение крупного населенного пункта может занимать два смежных листа карты или более. В этом случае название его помещается также справа, но на том листе карты, на котором пока-

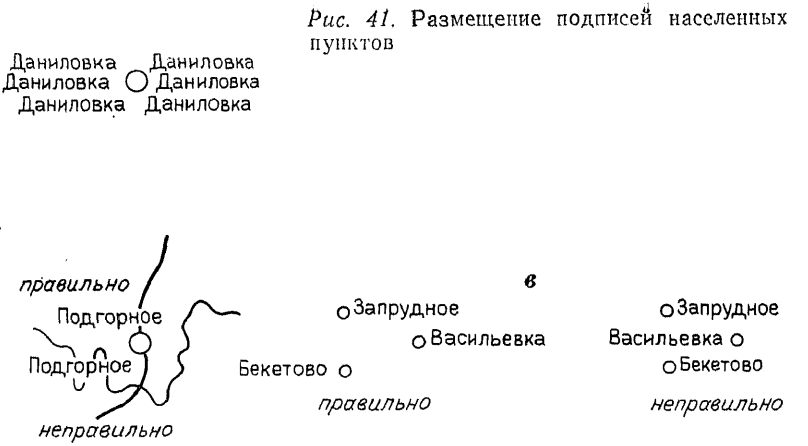


Рис. 41. Размещение подписей населенных пунктов

зана его бо́льшая часть. Надписи названий небольших населенных пунктов размещают, как правило, справа и против середины их изображений на расстоянии 2—3 мм.

Объекты гидрографии

Названия рек располагают параллельно руслу реки по плавной кривой линии, огибающей наиболее крупные изгибы русла (рис. 42).

В случае написания слов по кривой линии прямым шрифтом оси букв должны быть перпендикулярны к ней. Вычерчивая название реки Остовным курсивом по кривой линии, наклон букв делают относительно нормалей, проведенных к кривой в начальной точке каждой буквы (рис. 43). В обоих случаях буквы относительно друг друга будут иметь разный наклон.

Подписи названия реки располагают на расстоянии 0,5—1,0 мм от русла по любой его стороне, так чтобы было удобно для чтения (рис. 44).

Крупные реки подписывают мелким шрифтом в истоке, более крупным — в среднем течении и крупным — в устье. На топографических картах в той части, где река судоходна, подпись дается заглавными буквами. Если ширина реки в масштабе карты позволяет разместить название внутри нее, то такую реку подписывают по середине русла (см. рис. 44).

Рис. 42. Размещение подписей рек

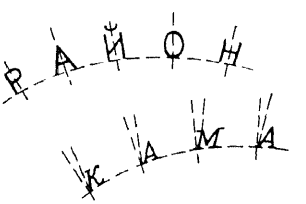


Рис. 43. Написание слов по дугам вразрядку

Названия озер и морей располагают по следующим правилам. Моря и большие озера подписывают посередине по плавной кривой, повторяющей общие очертания их берегов. Малые озера подписываются по правилу размещения наименований населенных пунктов. Узкие вытянутые озера подписывают, как реки (рис. 45).

Названия больших водных пространств (океанов, морей, заливов, проливов) располагают внутри площади бассейна вразрядку по кривой линии, примерно параллельно очертаниям бе-

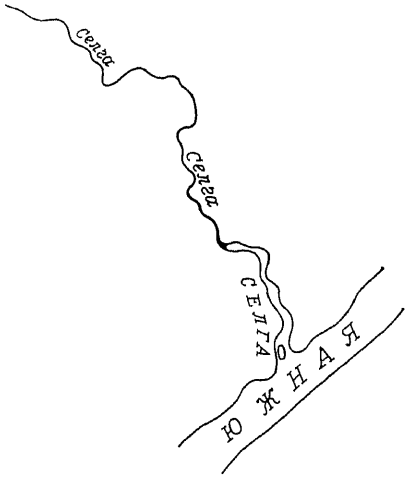


Рис. 44. Подписи рек в зависимости от ширины русла

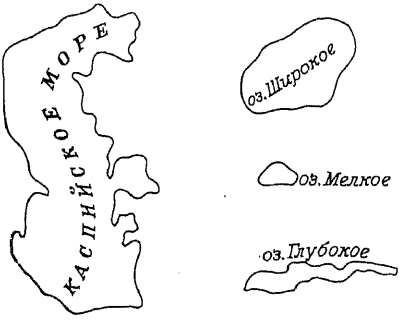


Рис. 45. Подписи морей и озер

реговой линии от одного края до другого по наибольшему протяжению.

При написании слов вразрядку расстояния между ними зависят как от длины надписи, так и от длины подписываемого объекта.

Небольшие заливы и проливы подписывают не вразрядку по дугам, соответствующим очертаниям береговой линии.

Размещение названий форм и элементов рельефа

Вершины гор, сопок, обозначенные на карте точкой, подписываются так же, как населенные пункты (рис. 46, *а*). Численная отметка высоты проставляется около точки с любой стороны. Горные хребты, низменности и другие объекты, имеющие протяженность, подписывают так, чтобы название располагалось вдоль всего объекта (рис. 46, *б*).

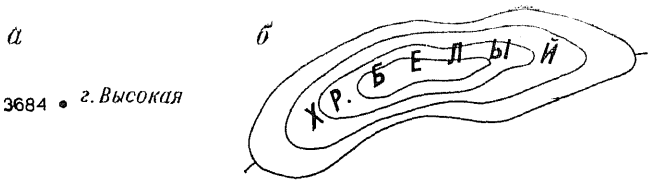


Рис. 46. Подписи вершин гор и хребтов

Размещение названий, относящихся к политико-административному делению

Подобные названия располагают по всей протяженности территории в одну, две, а иногда и три строки. Слова пишут вразрядку, одинаковой для всех строк. Расстояния между строками должны быть также одинаковыми, а строки — параллельными одна другой. Допускается незначительное смещение букв в словах, если они закрывают изображение на карте.

§ 22. СКОРОПИСНОЕ ПИСЬМО ЦИФР

Скоропись — это манера письма, которая характеризуется прежде всего тем, что буквы и цифры выполняются от руки быстро, четко, разборчиво. В геодезии наибольшее значение имеет скорописное письмо цифр, так как многие процессы полевых и камеральных работ связаны с записью результатов инструментальных измерений и их математической обработкой. В картографии скоропись применяется при вычислении картографических проекций.

Скорописное письмо цифр выполняется обычной перьевой или шариковой ручкой в полевых журналах, а при камеральных работах — на специальной вычислительной бумаге, имеющей вспомогательную горизонтальную и вертикальную разграфку, удобную для построения таблиц и записи цифровых данных.

Быстрота начертания цифр, их четкость и разборчивость обеспечиваются характером их рисунка. Для написания применяется прямой шрифт. Размер цифр задается высотой единицы (шириной строки). Все остальные цифры пишут на 1/3 больше единицы. При этом четные цифры выступают на 1/3 строки вверх, а нечетные — на 1/3 вниз (рис. 47, *а*). Такой шрифт используется в логарифмических таблицах и называется логарифмическим.

Для приобретения навыка в написании скорописных цифр (подчеркнем — написании, а не вычерчивании) необходимо освоить последовательность исполнения их по отдельным элементам. На рис. 47, *б* стрелками и номерами показан порядок письма цифр отдельными быстрыми приемами. Следует обратить внимание на характер нижних окончаний у цифр 3, 5, 9, а также верхнего у цифры 6, которые не закругляются, а имеют

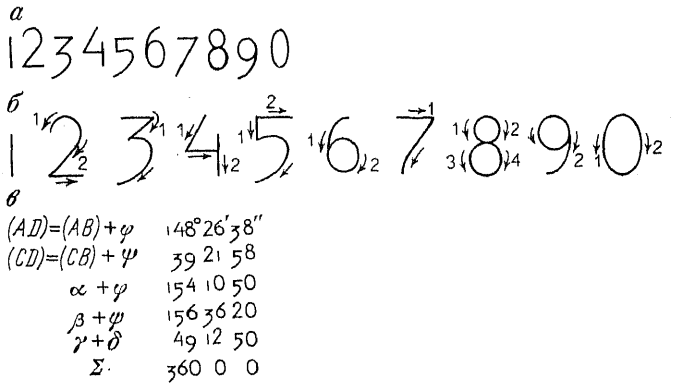


Рис. 47. Скорописное письмо цифр

серповидный рисунок. Смысл такого приема письма состоит не в красивой форме серповидной линии, а в том, что она проводится легко и быстро одним движением пера, так как лишена закругления вверх или вниз, на выполнение которого требуется время.

При вычислениях приходится записывать в таблицы многозначные числа в колонку одно под другим. Цифры при этом должны располагаться строго по строкам и по вертикалям: единицы — под единицами, десятки — под десятками и т. д. Пример табличной записи приведен на рис. 47, *в*.

Глава 7.
УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

§ 23. ПОНЯТИЕ ОБ УСЛОВНОМ ЗНАКЕ И ЕГО НАЗНАЧЕНИИ

Картографические *условные знаки* — это графические построения (обозначения) определенной величины, формы и цвета, с помощью которых на картах изображаются различные географические объекты и предметы местности (населенные пункты, реки, озера, рельеф, растительность, железные и автогужевые дороги и т. д.). Все объекты местности изображаются на планах в ортогональной проекции (вид сверху) в виде линий, точек или контуров. Относительно линий и точек, которые соответствуют действительному положению предметов на местности, строят условные знаки, а внутри контуров дают заполняющие (пояснительные) условные знаки, как правило, по форме и внешнему виду напоминающие изображаемый предмет. Например, в масштабе 1 : 10 000 лес изображается окружностями диаметром 1,1 мм, молодая поросль — окружностями меньшего диаметра, 0,6 мм, редкий лес — окружностью с под-

сечкой. Такой подход к изображению родственных объектов единообразными условными знаками способствует их лучшему запоминанию. С другой стороны, условные знаки разнородных предметов резко отличаются друг от друга.

Условные знаки разработаны таким образом, чтобы их можно было легко построить и вычертить от руки или с помощью чертежных инструментов. Большинство условных знаков представляет собой сочетание точек, линий, штрихов и простейших геометрических фигур. Условные знаки разработаны также с учетом оптимальности пропорций его конструкции, возможности их воспроизведения в печати без потери качества.

Чтобы улучшить читаемость карты и различить отображаемые объекты местности, для условных знаков введены следующие цвета: синий — при изображении гидрографии, коричневый — рельефа, черный — населенных пунктов, дорожной сети и др.

§ 24. ВИДЫ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ

Большое разнообразие объектов местности по форме, площади привело к классификации условных знаков.

Масштабные (площадные) условные знаки

Масштабные условные знаки применяются тогда, когда размеры объектов местности выражаются в масштабе карты. Объекты, проектируемые на карту в виде ограниченной контуром площади и заполняемые внутри условными знаками или подписью, называются площадными или контурными. Внутри площади условные знаки размещают равномерно в произвольной или в строго определенной расстановке. Условные знаки, заполняющие всю площадь, не указывают ни местоположение самих предметов в пределах контура, ни их количество или размер. Иногда вместо заполняющих условных знаков применяется фоновая окраска. Например, площадь, занимаемую лесом, окрашивают в зеленый цвет. Иногда применяют заполнение площади штриховым условным знаком по фоновой окраске. Например, площадь, занимаемая фруктовыми и цитрусовыми садами, закрашивают зеленым цветом и заполняют штриховыми условными знаками в виде окружностей, расположенных вертикальными и горизонтальными рядами.

Часто на оригинале карты вместо заполняющего условного знака внутри контура дают пояснительную подпись. Так, например, на плане масштаба 1 : 5000 контур огорода не заполняют штриховкой или заливкой серого цвета, как это делается на карте масштаба 1 : 10 000, а подписывается — «огород».

Линейные условные знаки

К линейным условным знакам относятся условные знаки, имеющие линейное протяжение,— дороги, границы, изгороди и т. д.

(рис. 48). На карте их проекции выглядят в виде линий. Линейные условные знаки сохраняют в масштабе карты протяженность того или иного объекта, а ширину объекта могут преувеличивать. Условный знак строится относительно оси линейного объекта.

На планах масштаба 1:2000, 1:5000 и т. д. дороги выражаются в масштабе карты не только по длине, но и по ширине. С двух сторон от линии автострады пунктирной линией зеленого цвета (или в две параллельные линии) показывается канава. В разрыве дороги дается ее характеристика, обозначаю-

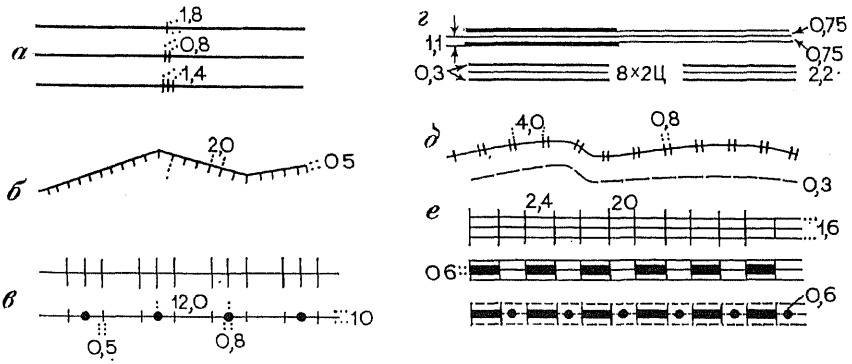


Рис. 48. **Построение и вычерчивание некоторых линейных условных знаков**

щая: 8 — ширина полосы в метрах; 2 — количество полос; 24,5 — ширина дороги от канавы до канавы в м; Ц — материал покрытия.

Внемасштабные условные знаки

К этому виду относятся условные знаки отдельных объектов местности, площадь которых не выражается в масштабе карты. Их проекцией на карту является точка. Относительно этой точки строится тот или иной внемасштабный знак. К таким предметам местности можно отнести пункты государственной геодезической сети, отдельно стоящие деревья, указатели дорог, мельницы и т. д. Условный знак центрируется на точку по-разному, в зависимости от его формы и рисунка: если условный знак имеет вид геометрической фигуры, то действительному положению на местности такого предмета соответствует его геометрический центр (рис. 49, *а*); если в рисунке условного знака имеется прямой угол, то за центр знака принимают вершину угла или основание подошвы знака (рис. 49, *б*); если условный знак изображается фигурой с широким основанием, то такой знак центрируется на точку середины основания (рис. 49, *в*); если условный знак представляет собой сочетание нескольких фигур, то такой знак центрируется на точку центром нижней фигуры (рис. 49, *г*).

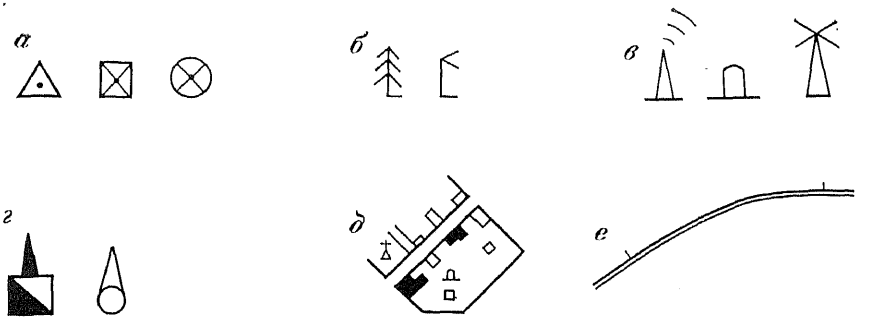


Рис. 49. Центрирование и ориентирование внемасштабных условных знаков

Внемасштабные условные знаки ориентируют относительно северной и южной рамок карты или среднего меридиана, а не относительно контура, в котором он помещен (рис. 49, *д*). Километровые столбы ориентируются относительно дороги, т. е. ставятся перпендикулярно к ее линии (рис. 49, *е*).

Пояснительные условные знаки и подписи, цифровые характеристики

В особую группу относят пояснительные подписи и цифровые данные, которые дают на карте дополнительную качественную или количественную характеристику. Они, как правило, приме-

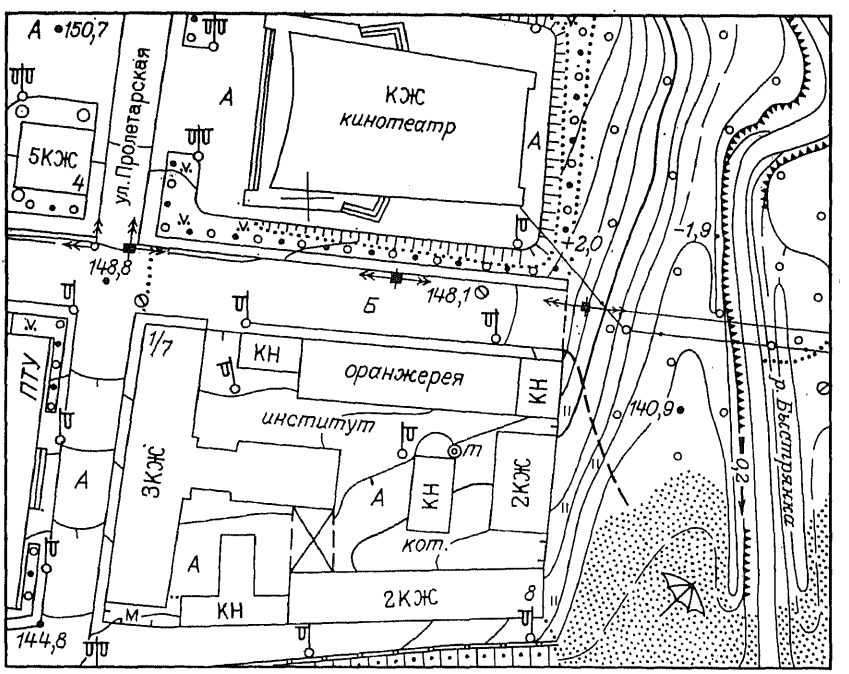


Рис. 50. Фрагмент карты масштаба 1 : 2000

няются в сочетании с масштабными, линейными и внемасштабными условными знаками.

К пояснительным условным знакам относятся, например, знаки, обозначающие преобладающую породу леса или кустарника. Здесь же дается количественная характеристика, обозначающая среднюю высоту деревьев или кустарника, среднюю толщину деревьев, а также густоту леса. На болотах подписывается средняя глубина их.

Часто пояснительная подпись на карте дается в сокращенном виде. Обычно она располагается справа от условного знака или на свободном месте там, где она хорошо видна. Подпись помещают на таком расстоянии от условного знака, чтобы не возникло сомнения, к какому условному знаку она относится. Пояснительную подпись, как и числовые характеристики, располагают параллельно северной и южной рамкам карты. Исключение составляют подписи строений на топографических планах масштаба 1 : 2000 и крупнее. Они помещаются внутри контура строений, посередине, параллельно длинной стороне строения (рис. 50). То же относится к подписям площадных условных знаков, например «огород».

§ 25. ТАБЛИЦЫ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ

Рисунок, цвет и размеры условных знаков для топографических карт и планов установлены в специальных таблицах условных знаков. Таблицы условных знаков, издаваемые в СССР, являются обязательными для всех ведомств и учреждений, ведущих съемку или составление топографической карты (плана) в том или ином масштабе. Условные знаки всех масштабов являются стандартными и, как правило, согласованными между собой по форме (начертанию) и цвету. В зависимости от масштаба меняется только размер условного знака. Такая согласованность облегчает совместное использование карт разных масштабов. Для каждого или нескольких масштабов издаются таблицы условных знаков.

Например, условные знаки в таблицах «Условные знаки для топографической карты масштаба 1 : 10 000», изданных в 1977 г., сгруппированы по разделам соответственно основным объектам местности: геодезические пункты; населенные пункты и отдельные строения; промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты; железные дороги и сооружения при них; гидрография; рельеф; растительность; грунты и микроформы земной поверхности; границы и ограждения. Помимо условных знаков в таблицах помещены образцы шрифтов надписей, масштабов заложений, оформления рамок и зарамочного оформления. Такая группировка условных знаков по разделам облегчает пользование ими. Кроме самих условных знаков в таблицах даются примеры их сочетаний, а в конце книги помещены пояснения к условным знакам, в которых приводятся

указания по вычерчиванию того или иного условного знака (его ориентирование, последовательность вычерчивания, правила центрирования и т. д.).

Большинство таблиц условных знаков состоит из трех граф. В первой графе помещается порядковый номер условного знака, во второй — название условного знака и в третьей — его изображение. Около изображения условного знака даются его размеры. Иногда в графе «изображение» стоят два знака под рубриками «а» и «б». У условного знака под рубрикой «а» стоят размеры, а у условного знака под рубрикой «б» размеров нет. Это означает, что первый знак используется в случаях, когда размеры объекта не выражаются в масштабе, второй — когда его площадь передается в масштабе карты.

Условный знак следует вычерчивать тем цветом, каким он дан в таблицах условных знаков. Исключение составляют элементы гидрографии. В таблицах они даны синим или голубым цветом. При вычерчивании съемочного оригинала штриховой рисунок синего цвета заменяют на зеленый. То же самое относится к надписям гидрографии и условному знаку болот.

Иногда графа «изображение делится на две колонки. В первой колонке показывается изображение условного знака так, как оно выполняется на съемочном оригинале, а во второй — как показывается на красочном оттиске, т. е. на изданной карте. Вычерчивая условные знаки на съемочном оригинале в масштабе 1 : 10 000, изображение их следует брать из первой колонки — «на съемочном оригинале».

Довольно часто после названия условного знака в квадратной скобке стоит цифра, она отсылает за пояснениями в конец таблиц. Приведем примеры пользования таблицами.

Пример 1. Необходимо вычертить на съемочном оригинале топографической карты условный знак «капитальные сооружения башенного типа». Этот знак находится в таблицах «Условные знаки для топографической карты масштаба 1 : 10 000» на стр. 5 табл. 3, № 16а. Из таблицы видно, что условный знак вычерчивается черным цветом, общая высота его 3,0 мм, а диаметр залитого кружка равен 1,2 мм. Кроме того, справа от условного знака дается подпись «вод», высотой 2,1 (или 1,8) строчным написанием (см. в таблицах условный знак № 527, стр. 66).

Пример 2. Необходимо найти в таблицах и вычертить на съемочном оригинале условный знак «сплошные заросли кустарников». Этот условный знак находится на стр. 47 № 361. В графе «изображение» даются два изображения данного условного знака. В первом случае условный знак кустарника показан красным цветом на белом фоне, а во втором — черным цветом на зеленом фоне. Изображение условного знака берется из колонки «на съемочном оригинале». В середине контура дается характеристика кустарника: вычерчивается условный знак дерева черным цветом и ставится цифра, обозначающая среднюю высоту кустарников в метрах. Размер условного знака дерева можно найти в таблицах (условный знак № 363). В конце названия данного условного знака стоит цифра 203. В «Пояснениях к условным знакам» на стр. 109 в § 203 находим: «Сплошные заросли кустарников при наличии дополнительных требований (при съемках для мелиорации земель и др.) характеризуются на карте надписью, указывающей на преобладающую породу — «ива», «можжевельник» и т. п.».

§ 26. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ И ВЫЧЕРЧИВАНИЯ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ

В настоящем параграфе рассматривается методика построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых условных знаков на примере масштаба 1 : 10 000 и некоторых знаков масштабов 1 : 50 000 и 1 : 2000.

Условные знаки, как правило, строятся сначала в карандаше, а затем вычерчиваются различной по цвету тушью. При построении условного знака пользуются синусным прибором, шкалой толщин линий, а также пластмассовыми палетками и трафаретами. Тушью условные знаки вычерчивают чертежным пером, рейсфедером (по линейке), кривоножкой одинарной или двойной, кронциркулем.

Геодезические пункты

Геодезические пункты наносятся на карту по координатам, поэтому они должны быть вычерчены с особой тщательностью.

Рассмотрим порядок построения и вычерчивания некоторых геодезических пунктов и условных знаков (рис. 51).

Пример 1. Условный знак пункта государственной геодезической сети (пункта триангуляции). В таблице с левой стороны знака указан размер 2,0 мм. Это означает, что предварительно необходимо построить в карандаше квадрат со сторонами в 2,0 мм (см. рис. 51, *а*). Построение квадрата начинают с проведения в карандаше горизонтальной и вертикальной линий через точку, нанесенную по координатам и соответствующую действительному положению пункта триангуляции на местности. Сдвигая синусную линейку от горизонтальной линии на 1/3 вниз и на 2/3 вверх от указанного размера условного знака (приблизительно это будет соответствовать величинам 0,7 мм и 1,3 мм), проводят вспомогательные линии. Такие же линии строят на расстоянии 1,0 мм влево и вправо от точки. Полученные вершины треугольника соединяют. При вычерчивании условного знака тушью можно пользоваться чертежным пером, но вычерчивать стороны треугольника следует по линейке. Чтобы тушь с чертежного пера не подтекала под линейку, лучше всего использовать деревянную линейку с пластмассовой вставкой по-

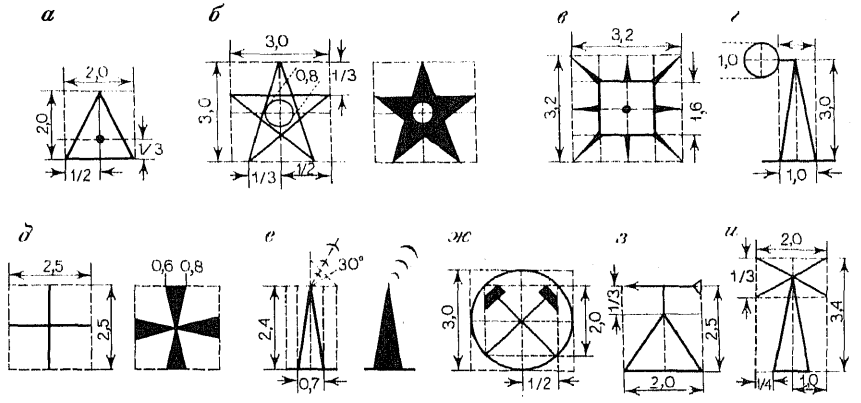


Рис. 51. Построение и вычерчивание внемасштабных условных знаков

середине линейки или небольшой пластмассовый треугольник на небольших ножках-подставках, т. е. край линейки или треугольника должен быть немного приподнят. Для удобства работы линейка и треугольник должны быть небольшого размера.

Пример 2. Условный знак астрономического пункта строится аналогично предыдущему условному знаку. Начинают с построения квадрата со стороной в 3,0 мм (см. рис. 51, *б*). Для этого проводят горизонтальную и вертикальную линии через точку, нанесенную по координатам. Построив квадрат в карандаше, вспомогательным построением находят вершины лучей звезды. От верхней стороны квадрата вниз на расстоянии 1,0 мм проводят горизонтальную линию. Пересечение этой горизонтальной линии с боковыми сторонами квадрата даст вершины боковых лучей звезды. На нижней стороне квадрата откладывают от ее середины в обе стороны по 1,0 мм, в результате чего получают вершины нижних лучей звезды. Вершины соединяют по линейке, как показано на рисунке. Центральной частью знака является окружность диаметром 0,8 мм. Ее вычерчивают сразу тушью с помощью кронциркуля. Центром окружности является центр знака. Обведя контур звезды, заливают тушью с помощью чертежного пера всю площадь, кроме внутренней окружности (см. рис. 51, *б*).

Пример 3. Условный знак пункта геодезической сети сгущения, закрепленный на местности центром и расположенный на кургане (см. рис. 51, *в*). Этот условный знак дан в табл. 1 № 4. Около знака стоит размер 1,6 мм. Он обозначает размер стороны квадрата. Как и в предыдущих примерах, построение начинают от центра знака.

Построение внешнего рисунка условного знака выполняют во вспомогательном квадрате, размеры которого в два раза больше внутреннего квадрата.

Населенные пункты и отдельные строения

Вычерчивание населенного пункта начинают с объектов, имеющих значение ориентиров (промышленные предприятия, сооружения башенного типа, церкви и т. д.).

Условный знак капитального сооружения башенного типа начинают с построения его нижней части, т. е. с окружности. Поместив иглу кронциркуля в точку, которая соответствует действительному положению данного сооружения на местности, вычерчивают окружность диаметром 0,6 мм, затем через эту точку проводят вертикальную карандашную линию и откладывают на ней вверх от нижней части окружности величину, равную общей высоте условного знака, т. е. 3 мм. Заливку окружности выполняют черной тушью с помощью чертежного пера.

При построении в карандаше условного знака церкви проводят через точку две взаимно перпендикулярные линии, а затем с помощью синусного прибора строят квадрат со сторонами 2,5×2,5 мм (рис. 51, *д*). С помощью рейсфедера или чертежного пера по линейке вычерчивают две средние взаимно перпендикулярные линии толщиной 0,2—0,3 мм и чертежным пером утолщают концы этих линий до 0,6—0,8 мм.

После объектов, имеющих значение ориентиров, вычерчивают главные улицы и проезды, а также выдающиеся здания и здания, отдельно расположенные вне кварталов, прочие проезды и постройки внутри кварталов. Прямые участки улиц и проездов вычерчивают рейсфедером по линейке или двойным рейсфедером, а искривленные — по лекалам или чертежным

пером от руки. Если условный знак какого-либо ориентира разрывает линию улицы, то линия улицы не доводится до условного знака на 0,2 мм. По линейке рейсфедером вычерчиваются все крупные строения, а на планах 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500 — практически все строения. Крупные строения в масштабах 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000 и застроенную часть кварталов удобнее вычерчивать чертежным пером, пользуясь при этом маленьким треугольником на ножках-подставках или короткой линейкой со вставкой. Мелкие строения вычерчивают чертежным пером от руки, при этом нужно следить за тем, чтобы углы строений были четко обозначены.

При вычерчивании населенного пункта сельского типа в масштабах 1 : 25 000 и 1 : 50 000 после вычерчивания главных улиц и проездов выделяют застроенную часть населенного пункта проведением линий, параллельных линиям улиц, на расстоянии 1,4—1,5 мм (1 : 25 000) или 1,1—1,2 мм (1 : 50 000) от них. Застроенную часть в масштабе 1 : 25 000 выделяют на съемочном оригинале окраской жёлтого или оранжевого цвета в зависимости от преобладания в квартале неогнестойких или огнестойких строений.

На топографических планах масштаба 1 : 5000 неогнестойкие жилые постройки показываются одинарной штриховкой, а постройки огнестойкие нежилые — крестовой штриховкой. Для выполнения штриховки используют синусные линейки и рейсфедер. Штриховка выполняется под углом 45° к линии рамки карты. В зависимости от ориентировки строений угол штриховки может немного меняться, важно, чтобы линии штриховки не были бы параллельны линиям построек (рис. 52, *а*). На планах масштабов 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500 дается характеристика каждого строения. Внутри контура здания обозначают буквами материал стен (только для огнестойких), назначение здания (жилое, нежилое и т. д.) и цифрами — этажность (см. рис. 50).

В масштабе 1 : 10 0000 штриховкой в виде чередующихся пунктирных и сплошных линий выделяют площади огородов. В зависимости от размеров площади расстояния между линиями штриховок можно менять: давать более разреженными

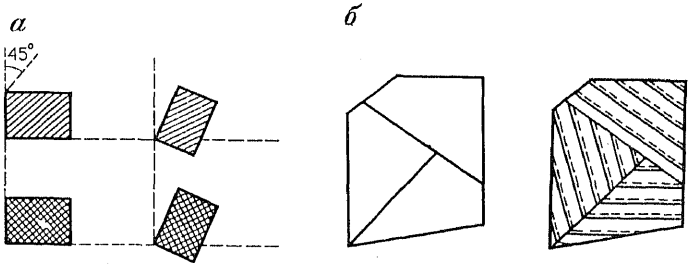


Рис. 52. Правила выполнения штриховок:
а — отдельных строений; *б* — огородов

на больших площадях и менее разреженными — на малых. На больших площадях штриховку выполняют в разных направлениях, но она не должна быть параллельна линиям контура огорода. Предварительно площадь огорода разбивают карандашными линиями на несколько участков. Сначала дается пунктирная линия, затем — сплошная (рис. 52, *б*).

Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты

На рис. 51 показано построение промышленных и сельскохозяйственных объектов, изображаемых внемасштабными условными знаками. Построение всех этих условных знаков начинают от точки, которая соответствует действительному положению данного предмета на местности. Пунктирной линией даны вспомогательные карандашные построения, которые выполняются с помощью синусных линеек и трафаретов. Условный знак устьев шахтных стволов на рис. 51, *ж* можно начать с вычерчивания тушью окружности, а затем сделать вспомогательные карандашные построения для завершения построения условного знака.

Линии трубопроводов, электропередач и т. п. вычерчивают рейсфедером по линейке, лекалу или с помощью кривоножки. Детали этих условных знаков (стрелки, точки, поперечные штрихи и т. д.) размечают карандашом с помощью специальных трафаретов или трафаретов, выполненных на краю плотной бумаги. Например, при выполнении условного знака наземных и надземных трубопроводов на опорах (см. рис. 48, *в*) прежде всего в карандаше размечают поперечные штрихи, и окружности. Затем вычерчивают тушью толщиной 0,1 мм линию трубопровода. Чертежным пером вычерчивают поперечные штрихи, а с помощью кронциркуля — окружности диаметром 0,8 мм.

Дорожная сеть и дорожные сооружения

Железные дороги и автодороги относятся к линейным условным знакам и вычерчиваются на топографических картах одинарной, двойной или тройной линией. Прямые участки дорог вычерчивают рейсфедером по линейке, а криволинейные — по лекалам, одинарной или двойной кривоножками. При вычерчивании дорожной сети необходимо следить за тем, чтобы рисунок условного знака располагался симметрично относительно осевой карандашной линии.

Железные дороги на топографических картах показывают одинарной линией черного цвета. В зависимости от масштаба толщина линии меняется. Поперечными штрихами через определенный интервал обозначается число путей на перегонах (см. рис. 48, *а*).

Шоссейные и грунтовые дороги по степени их технического состояния делятся на автострады, усовершенствованные шоссе, шоссе, улучшенные грунтовые и грунтовые проселочные до-

роги, пешеходные тропы и др. На автодорогах высокого класса дается характеристика, которая обозначает ширину дороги и материал ее покрытия. Прежде чем вычерчивать дорогу, необходимо наметить места, где будет дана эта характеристика (примерно через 8—10 см). На стр. 66 Условных знаков масштаба 1 : 10 000 под № 534 даны примеры численных характеристик, их размер и шрифт. Вместо топографического 2-го шрифта на съемочном оригинале пользуются шрифтом Остовный прямой.

При вычерчивании условного знака автострады вначале вычерчивают ее осевую линию толщиной 0,1 мм, а затем две боковые утолщенные. Вычерчивание начинают с криволинейных участков дороги. По шкале толщин линий устанавливают рейсфедеры кривоножки на толщину 0,3 мм и соответствующее расстояние между рейсфедерами. Затем вычерчивают прямолинейные участки дорог рейсфедером с помощью синусного прибора. При передвижении синусной линейки от осевой линии необходимо учитывать не только заданный промежуток 0,75 мм, но и толщину линий 0,3 мм. Поэтому синусную линейку передвигают на величину 1,0—1,1 мм (0,75+0,3). Тогда будет сохранен заданный промежуток 0,75 мм (см. рис. 48, *г*) и общая ширина дороги составит 2,2 мм.

При вычерчивании полевых дорог, караванных путей и пешеходных троп намечают карандашом с помощью пластмассового трафарета длину штрихов и промежутков (см. рис. 48, *д*). Трафарет можно сделать на краю плотной бумаги небольшого размера с помощью синусного прибора или шкалы толщин. На краю бумаги намечают 5—6 штрихов и промежутки между ними. Передвигая трафарет вдоль осевой карандашной линии дороги, размечают карандашом длину штрихов и промежутков. На резких поворотах дорог обязательно вычерчивается целое звено. Если необходимо, звено удлиняют.

Условный знак мачтовых семафоров и светофоров вычерчивается так, чтобы его продольная ось была перпендикулярна к северной и южной рамкам. Построение и вычерчивание условного знака семафоров и светофоров показано на рис. 51, *г*.

При вычерчивании условных знаков насыпи и выемки сначала карандашом проводят линии, ограничивающие длину штрихов. Штрихи вычерчивают на расстоянии 1 мм друг от друга, их не доводят до линии железной дороги на 0,2 мм. К краям условного знака длина штрихов уменьшается до 0,3—0,4 мм.

Границы и ограждения

Построение и вычерчивание границ и ограждений имеет много общего с построением и вычерчиванием полевых дорог и троп.

На рис. 48, *е* показаны построение и последовательность вычерчивания условного знака государственной границы. Середина штрихов условного знака границы и центры окружностей,

расположенных между ними, должны лежать на осевой линии, которая соответствует ее действительному положению на местности. С помощью синусного прибора от осевой линии в обе стороны проводят карандашом две параллельные линии, которые ограничивают длину поперечных тонких штрихов. Затем с помощью трафарета намечают длину звеньев и промежутков между ними. Поперечные штрихи можно вычертить рейсфедером или чертежным пером по линейке или треугольнику (на ножках-подставках). Звенья вычерчивают рейсфедером или кривоножкой толщиной, указанной в таблицах условных знаков (в нашем примере — 0,6 мм). Кружки между звеньями имеют диаметр, равный толщине звена. Их вычерчивают кронциркулем, а затем заливают тушью с помощью чертежного пера. Если диаметр кружков порядка 0,4 мм (условный знак границ районов), то их можно вычертить чертежным пером. Но необходимо, чтобы они имели округлую форму. Края звеньев должны быть ровными.

Рельеф

Рельеф на топографических картах изображается горизонталями и условными знаками тех форм рельефа, которые не выражаются горизонталями: овраги, обрывы, оползни, задернованные уступы, осыпи, скалы и т. д. Горизонтали — линии равных высот. Для удобства определения высоты рельефа на карте каждую пятую или десятую горизонталь в зависимости от сечения рельефа вычерчивают утолщенной линией. Если основная горизонталь вычерчивается толщиной 0,1 мм, то утолщенная — 0,2—0,25 мм.

Для выделения характерных форм рельефа, не выразившихся основными горизонталями, или для передачи изменений в крутизне склонов проводят дополнительные горизонтали, а для передачи микрорельефа поверхности (западин, бугров, блюдец и т. д.) — вспомогательные. Дополнительные и вспомогательные горизонтали изображаются пунктиром, на резких изгибах горизонталей необходимо вычерчивать звено, что достигается увеличением или уменьшением длины звена или промежутка. Все звенья дополнительных и вспомогательных горизонталей должны быть согласованы по направлению, т. е. продолжать друг друга (рис. 53, *а*).

Для облегчения чтения карты на горизонталях даются надписи и бергштрихи — штрихи, показывающие направления скатов, горизонталей (рис. 53, *б*). Надписи помещают в разрыве линий горизонталей так, чтобы они располагались посредине разрыва и своим основанием были обращены в сторону понижения рельефа. Надписи нужно располагать таким образом, чтобы их можно было легко прочесть. Бергштрихи вычерчивают строго перпендикулярно к горизонтали и располагают их по линиям водосбора и водораздела.

Изображение рельефа дополняют числовыми отметками ха-

рактерных точек местности, оврагов, обрывов, промоин, курганов, ям и прочих положительных и отрицательных форм рельефа.

На топографических картах и планах большинство элементов рельефа и их численные характеристики даются коричневым цветом, а отметки характерных точек — черным. Черным цветом даются скалы-останцы, гряды камней, укрепленные уступы и т. д.

Овраги и промоины шириной менее 3 м в масштабе 1 : 10 000 вычерчивают одинарной линией с постепенным утолщением (рис. 53, *в*).

Овраги и промоины шириной от 3 до 10 м вычерчивают в две линии, причем в численной характеристике указывают

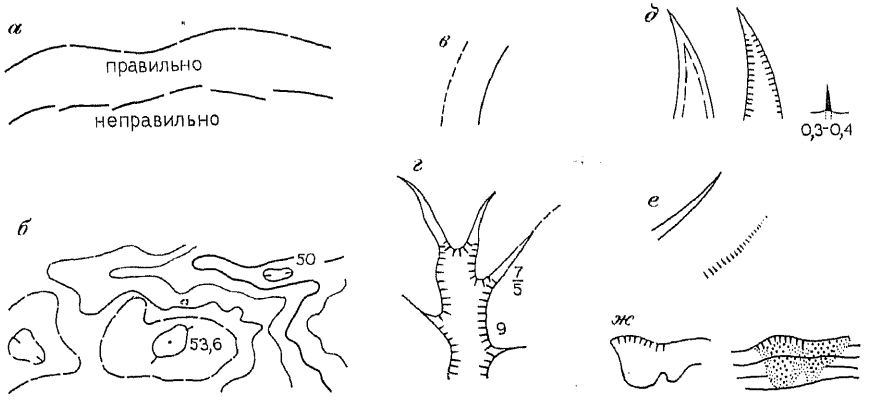


Рис. 53. Вычерчивание условных знаков различных форм рельефа

в числителе — ширину поверху, в знаменателе — глубину (в метрах). Если овраг с обрывистым склоном имеет ширину более 10 м, то его вычерчивают с сохранением действительной ширины в масштабе карты (рис. 53, *г*). На рис. 53, *д* показана последовательность вычерчивания этого условного знака (дается характеристика только глубины оврага). Прежде всего вычерчивают бровку оврага толщиной 0,1 мм, намечают карандашом линию высоты зубчиков параллельно бровке оврага и только после этого вычерчивают сами зубчики. Зубчики оврага имеют форму вытянутых треугольников с основанием 0,3—0,4 мм и вычерчивают их строго перпендикулярно к бровке оврага. Максимальная высота зубчиков в самой широкой и глубокой части оврага равна 1,5 мм, в суженной части высота зубчиков уменьшается до 0,3—0,4 мм. Расстояние между зубчиками приблизительно равно их высоте. В суженной части оврага после самых маленьких по высоте зубчиков бровка оврага вычерчивается утолщенной линией (знаком промоины). Условный знак обрыва вычерчивается аналогично условному знаку оврага.

Изображение задернованных уступов, в основном, напоминает условный знак обрыва, только зубчики дают в виде «ресничек», т. е. зубчики имеют несколько меньшее основание и более близко расположены друг к другу. Кроме того, бровка задернованного уступа тушью не вычерчивается. Построение условного знака задернованного уступа начинают с проведения в карандаше бровки (на рисунке — пунктир) и линии, отмечающей высоту зубчиков (рис. 53, *е*). Затем тушью вычерчивают зубчики, которые своим основанием обращены к повышению рельефа. После вычерчивания зубчиков карандашная линия аккуратно стирается мягкой резинкой.

Осыпи разделяются на осыпи рыхлых пород (песчаные, глинистые) и осыпи твердых пород (каменисто-щебеночные и галечные). Последовательность и приемы вычерчивания осыпей (рис. 53, *ж*) следующие: вычерчивают коричневой тушью бровку осыпи, а в тех местах, где склон обрывистый, — зубчики обрыва; намечают в карандаше границу осыпей; вычерчивают коричневой тушью чертежным пером условный знак песка (если это осыпи рыхлых пород), причем у бровки и в средней части языков осыпи точки даются более крупные, а к краям — мелкие. Если это осыпи твердых пород, то вычерчивают условный знак галечников или каменистой поверхности, а между этими знаками вычерчивают условный знак песка. Основные горизонтали через вычерченные знаки не проводят.

Описание рисунка скал, методика их построения и вычерчивания даются в § 86.

Растительный покров и грунты

Элементы растительного покрова и грунтов относятся, в основном, к контурным условным знакам, так как занимают определенную площадь на карте. Контур растительности или грунтов может передаваться замкнутой линией или точечным пунктиром. При изображении контуров должны фиксироваться все их углы, повороты и резкие изгибы. Точечный пунктир вычерчивают чертежным пером черной тушью круглыми точками диаметром 0,3 или 0,2 мм и на расстоянии 1,0 или 0,8 мм в зависимости от масштаба. Чтобы получить круглые точки, делают круговые движения пером, не отрывая обеих створок от бумаги.

Большая часть древесной растительности показывается кружками различного диаметра, цвета и рисунка. Условный знак леса (см. рис. 54, *а*) для передачи сплошного древостоя представляет собой кружки диаметром 1,1 мм, размещаемые по всей площади без разграфки. Вначале внутри контура леса помещают характеристику древостоя. В ней показывается преобладающая порода деревьев подписью и рисунком дерева (лиственная или хвойная). Если лес смешанный, то даются две подписи и два рисунка дерева. На рис. 54, *б* дано построение и вычерчивание характеристики древостоя смешанного леса. Справа от рисунка деревьев помещается численная характе-

ристика древостоя в метрах: в числителе — средняя высота деревьев, в знаменателе — средняя толщина стволов. Рисунок деревьев и подпись преобладающей породы леса размещают симметрично относительно черты дроби. Между чертой дроби и цифрами (верхней и нижней) оставляют просвет порядка 0,5 мм. Затем кронциркулем вычерчивают кружки. Причем по опушке леса кружки располагаются плотнее, для больших площадей леса — на расстоянии 6—8 мм друг от друга и ближе

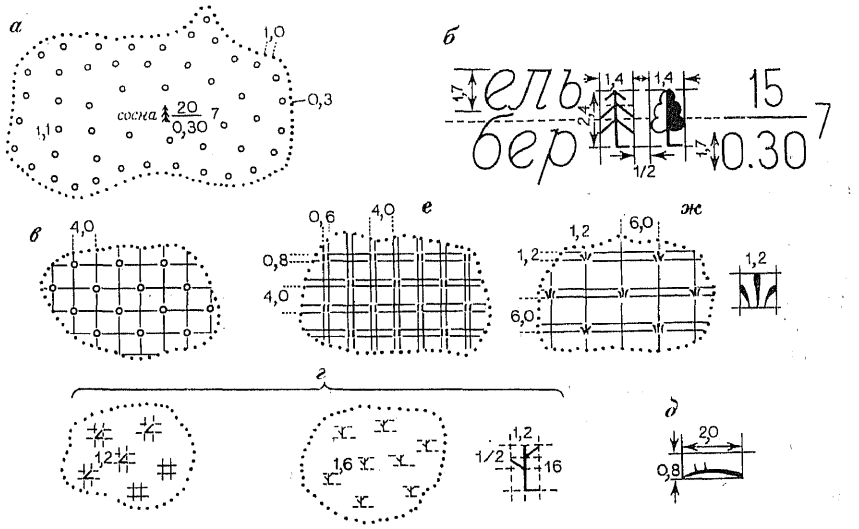


Рис. 54. Построение и вычерчивание некоторых условных знаков растительности

к точечному контуру леса. Внутри контура кружки размещаются более рассредоточенно (на расстоянии порядка 1 см и более). Поросль леса вычерчивают кружками диаметра 0,6 мм — меньшего, чем взрослый лес.

Для выполнения условных знаков молодых посадок леса и питомников вначале строят карандашную разграфку через 2 мм (рис. 54, *в*). Пересечение линий штриховки дает центры кружков. Вычерчивание их кронциркулем лучше делать построчно, через одно пересечение линий (в шахматном порядке).

Условные знаки редкого леса, буреломов, вырубленного, горелого и сухостойного лесов даются в произвольной расстановке. Прежде всего на всей площади намечают места, где будут вычерчиваться эти знаки, и делают вспомогательные построения в карандаше для каждого условного знака. Вычерчивание тушью выполняют кронциркулем, чертежным пером по линейке или от руки. На рис. 54, *г* дано построение условных знаков буреломов, горелого и сухостойного лесов. Сплошные

заросли кустарников и саксаула вычерчивают тушью красного цвета.

Знак кустарника состоит из кружков двух размеров. Центральный кружок кустарников вычерчивается кронциркулем, а три залитых кружка можно вычерчивать чертежным пером. Условный знак саксаула имеет более сложный рисунок, на рис. 54, *д* показано его построение.

Заполняющие условные знаки травянистой растительности, камышовых и тростниковых зарослей, моховой растительности и ряда других внутри контура расставляются в шахматном порядке. Поэтому для них требуется предварительная карандашная разграфка по синусному прибору или трафарету.

Условный знак луговой растительности имеет высоту 0,8 мм и ширину 0,6 мм. Расстояния между знаками составляют 4,0 мм по вертикали и 4,0 мм по горизонтали. Указанные размеры включают в себя высоту и ширину знака. Поэтому вертикальную разграфку делают через 0,6 мм и 3,4 мм, а горизонтальную — через 0,8 мм и 3,2 мм (рис. 54, *е*). Вычерчивание чертежным пером условного знака луга выполняют построчно, через одну клетку, такой порядок не позволит сбиться с принятой шахматной расстановки.

На рис. 54, *ж* показано построение условного знака камышовой и тростниковой растительности. Средняя часть условного знака выполняется в виде восклицательного знака, а две боковые части — немного изогнутые линии с небольшим утолщением в верхней части. В нижней части все три детали рисунка должны быть на одной линии, на расстоянии 0,3 мм друг от друга.

Условный знак кочковатой поверхности имеет вид трех точек, расположенных в вершинах условного равностороннего треугольника. Горизонтальная разграфка в карандаше выполняется через 3,0 мм и 1,0 мм, а вертикальная — через 4,0 мм (рис. 55, *а*). Верхняя точка вычерчивается на вертикальной карандашной разграфке, а две другие — на нижней горизонтальной линии на расстоянии 1,5 мм друг от друга. Это расстояние между точками можно выдержать на глаз. Условный знак вычерчивается коричневой тушью чертежным пером.

Пески также вычерчиваются коричневой тушью. Условный знак имеет вид мелких точек диаметром 0,1 мм, расположенных близко друг от друга и равномерно по всей площади. Чтобы при вычерчивании условного знака песков не получалось какого-либо рисунка в виде концентрических окружностей или прямых линий, сначала наносят точки по ломаной горизонтальной линии (рис. 55, *б*), а потом равномерно заполняют свободные места.

На рис. 55, *в* показана последовательность вычерчивания условного знака грядовых песков в масштабе 1 : 50 000. Сначала по всей площади в карандаше намечается рисунок гряд (гряда должна быть строго параллельна северной или южной

рамкам). Вычерчивание каждой гряды начинают с самой крупной центральной точки. Чтобы гряда воспринималась как один условный знак, остальные точки, постепенно уменьшающиеся к краю гряды, располагают близко друг к другу. Их размер должен быть больше размера точек ровных песков, которыми заполняется остальное пространство. Та же последовательность соблюдается при вычерчивании песков бугристых, барханных, лунковых и ячеистых.

На топографических картах болота подразделяются по проходимости и характеру растительности. Вычерчивание условного знака болот начинают с вычерчивания знаков растительности, которые размещаются без разграфки, равномерно по

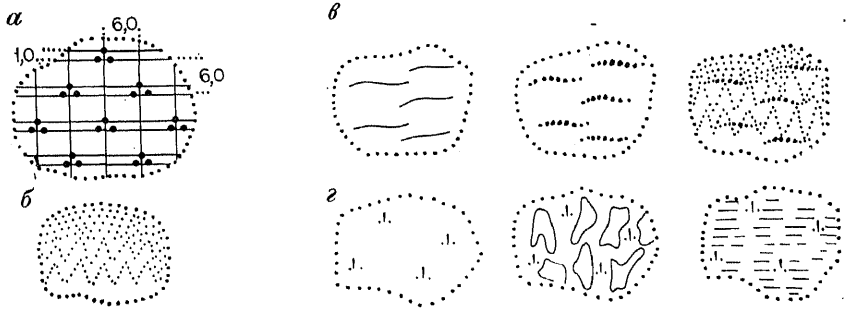


Рис. 55. Построение и вычерчивание некоторых условных знаков грунтов

всей площади. Если болото непроходимое или труднопроходимое, то с помощью рейсфедера по синусным линейкам выполняют штриховку зеленой тушью (вместо голубой, данной в Условных знаках) через 1,0 мм, прерывая ее на знаках растительности.

При выполнении условного знака проходимых болот (рис. 55, *г*) после вычерчивания знаков растительности намечают контуры штриховок в карандаше. Штриховку вычерчивают в пределах карандашного контура. Площади, свободные и занятые штриховкой, должны быть приблизительно одинаковыми.

§ 27. СПОСОБЫ ВЫПОЛНЕНИЯ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ

При построении условных знаков много времени занимают предварительные карандашные построения. Значительно ускоряет этот процесс применение различных палеток и трафаретов, выполненных на прозрачной основе, которые позволяют выдержать одинаковые размеры условного знака на всей площади.

На рис. 56 показан пластмассовый трафарет для разметки положения кружков условного знака фруктовых и цитрусовых садов. Повернутый на 45° трафарет можно также применять при построении знака молодых посадок леса.

Для выполнения условных знаков луговой, низкотравной и высокотравной растительности, камышовых и тростниковых зарослей, степной растительности, виноградников, фруктовых и цитрусовых садов целесообразно применять специальный трафарет-палетку. На тонком пластике (толщиной 0,5 мм) размером 100×100 мм с помощью синусных линеек острой иглой процарапывают горизонтальные и вертикальные линии, соответствующие разграфке того или иного знака. Затем на ту сторону, где процарапаны линии разграфки, втирают порошок обычной синьки с помощью ватного тампона или листа бумаги. Перевернув палетку прорезанными линиями вниз, накладывают ее на нужную площадь и притирают сверху — линии разграфки трафарета легко отпечатываются на оригинале.

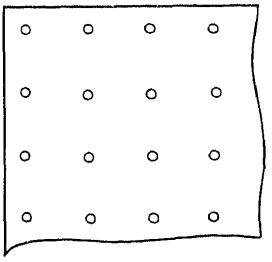


Рис. 56. Пластмассовый трафарет для разметки положения кружков условного знака фруктовых и цитрусовых садов

В настоящее время имеются такие технические средства, как фотонабор, переводные самоприклеивающиеся изображения, деколи, темплеты, аппликации (на силиконовой основе), прозрачные и непрозрачные липкие ленты и т. д., которые значительно ускоряют выполнение графических работ и повышают их качество. На оригиналах топографических карт и планов с их помощью могут выполняться внемасштабные, площадные и линейные условные знаки, надписи, цифровые характеристики, зарамочное оформление (выходные данные, номенклатура, числовой и линейный масштабы, масштаб заложений и т. д.).

Фотонабор, в основном, используется при создании издательских оригиналов, так как качество фотонаборных отпечатков достаточно высокое. Однако его можно применять и при выполнении на съемочных и составительских оригиналах сложных по рисунку или часто повторяющихся условных знаков. В картографическом производстве фотонабор осуществляется на фотонаборной установке ФН-2 или на Диатайпе (ФРГ).

Фотонаборная установка ФН-2 (рис. 57) позволяет производить ручной набор отдельных слов или условных знаков и получать фотоотпечатки на бумаге или пленке для последующей наклейки их на оригинал. Она состоит из следующих основных частей: металлической станины, фотоаппарата типа Фотокор, адаптеров с кассетами, экрана. К установке придается комплект наборных касс и комплект наборных верстаток (рис. 58, *а*). Экран укреплен на металлической станине неподвижно, фотоаппарат может передвигаться по штангам станины. На правой штанге нанесены цифры, обозначающие размеры шрифта. В зависимости от конструкции верстатки набор может производиться в одну или в две строки с помощью

литер (рис. 58, *б*). Фотонаборная литера представляет собой целлулоидную пластину. После фотографирования фотолитер, набранных в верстатку, получают гранки в позитивном изображении (фотографирование, проявление и фиксирование произ-

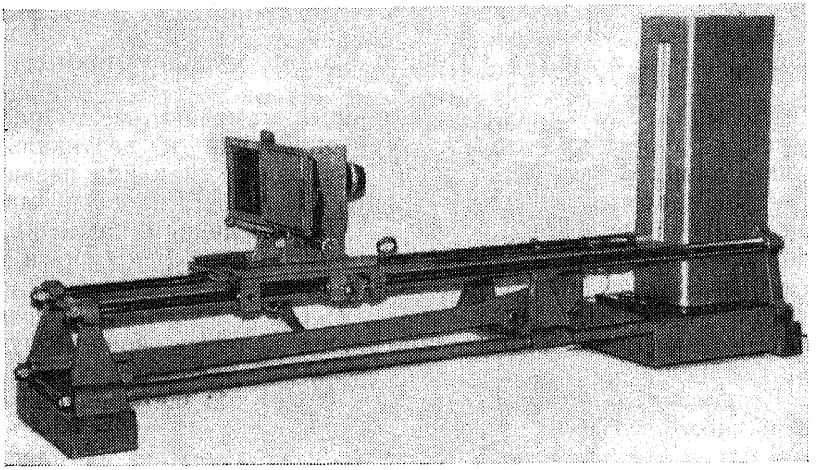


Рис. 57. Фотонаборная установка ФН-2

водятся как обычно). Готовые фотонаборные гранки должны обладать четкостью литерного очка и иметь черный насыщенный цвет.

Условный знак или надпись с полученной фотонаборной гранки вырезают на небольшом листе пластика, алюминия или

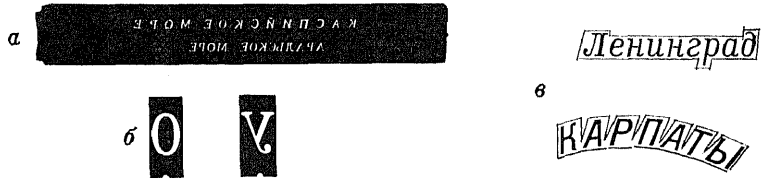


Рис. 58. Фотонаборная верстатка *(а)*, фотонаборная литера *(б)*, вырезание фотонаборной наклейки *(в)*

картона острым скальпелем или перочинным ножом по линейке или треугольнику. Условный знак или географическое название вырезают строго по контуру, оставляя поля шириной 0,3 мм (рис. 58, *в*). Подрезав со всех сторон контур условного знака или названия, его осторожно отделяют от основы гранки. Для того чтобы уменьшить толщину бумажной наклейки, ее подре-

зают только на половину толщины фотонаборной гранки, однако удобнее еще на влажной фотонаборной гранке отделить эмульсионный слой с тонким слоем бумаги. Для наклеивания слова по дуге наклейку надрезают между буквами сверху или снизу, и тогда она свободно изогнется по нужной кривой (см. рис. 58, *в*). Можно производить также побуквенную расклейку.

Бумажную наклейку приклеивают к оригиналу поливиниловым клеем, в состав которого входят поливиниловый спирт (100 г) и вода (1000 мл).

На оригинале карандашом заранее намечают место расположения наклейки — точка, горизонтальная и вертикальная линии, линия строки. Вырезанный условный знак или название берут пинцетом или иглой, вставленной в держатель, и смазывают клеем (с помощью кисти или проведением наклейки по небольшому количеству клея, налитому на кусочек бумаги или пластика). Наклейку размещают, пока клей еще не высох. Разместив должным образом, ее прикрывают кусочком пластика или целлофана и плотно притирают круглым концом ручки или скальпеля.

Если оригинал готовится на пластике, для изготовления фотонаборных гранок используют контрастную бумагу со съемным слоем или тонкую фотопленку. Наклеивание на пластик производится специальным клеем, состав которого: смола ПВА С-18 неразбавленная (10 г), бутилацетат (15 мг), ацетон химически чистый (15 г). Клей наносится кистью на оригинал в том месте, где будет располагаться наклейка. После того как наклейка размещена, ее притирают описанным способом.

В *Диатайпе* (рис. 59) шрифтоноситель выполнен в виде диска. Шрифтовой диск представляет собой фотооригинал из оптического стекла. К прибору прилагается набор дисков с различными шрифтами. С каждого диска можно набирать шрифт с высотой букв от 1 до 9,5 мм. Движением рукоятки необходимый знак приводится в положение для экспонирования. Нажатием кнопки знак фиксируется и одновременно фотографируется на пленку, которая автоматически передвигается в кассете на ширину знака. На Диатайпе можно производить до 4500 экспонирований в час, что позволяет выполнять работу в 2—5 раз быстрее, чем на обычной фотонаборной установке.

В картографическом производстве в настоящее время находят большое применение *самоприклеивающиеся картографические аппликации.* Они представляют собой фотонаборную гранку на съемном эмульсионном слое, покрытую липким клеем. Слой клея защищен от высыхания силиконовой бумагой. С помощью аппликаций создается изображение надписей, цифр, отдельных и площадных условных знаков, различных сеток, текстов и др. Аппликация может быть наклеена на оригиналы, которые выполнены на пластиках, матовой и глянцевой фотобумаге, на чертежной бумаге. Нужный условный знак или

надпись вырезают ланцетом, прорезая только съемный слой, поля должны иметь ширину 0,5—0,6 мм. Затем наклейку отделяют от основы и размещают на оригинале. Убедившись, что наклейка размещена правильно, ее притирают. Особенно тщательно притирают края и углы наклейки. Если надпись необходимо разместить вразрядку, то ее побуквенно разрезают и выполняют наклейку, предварительно разметив на оригинале места размещения букв. Чтобы разместить наклейку по извилистому сложному контуру, делают разрез между буквами до середины

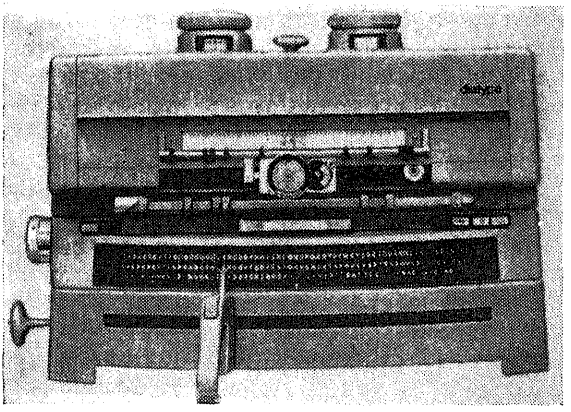


Рис. 59. Диатайп

наклейки (сверху или снизу). Самоприклеивающиеся картографические аппликации имеют довольно большой срок хранения, порядка 8 мес. Хранят их в конверте в горизонтальном положении, а гранки перекладывают чистыми листами бумаги, чтобы они не слипались.

Самоприклеивающиеся переводные изображения (супизы) представляют собой графические изображения условных знаков, цифр, отдельных букв и их сочетаний, отпечатанные с помощью трафаретной печати на плоской полимерной основе, которая покрыта чувствительным к давлению клеем. Со стороны клеевого слоя супизы покрывают защитной бумагой, чтобы предохранить его от пересыхания, загрязнения и повреждений. Супизы легко переводятся на различные сорта бумаг и картона, имеющих достаточно прочную поверхность, на полимерные пленки с матовой и глянцевой поверхностью, аэрофотоснимки и т. д. Перенос изображения выполняется с помощью гладкого, жесткого предмета удлиненной формы. Им может быть деревянная, пластмассовая или металлическая палочка или обычная шариковая ручка. Для перевода изображения

можно пользоваться гладким концом ручки ланцета или скальпеля.

Цвет самоприклеивающихся переводных изображений может быть различным: черный, красный, зеленый, синий и т. д.

Перевод изображений выполняется в следующей последовательности. С листа переводного изображения снимают защитную бумагу и накладывают изображение клеевой стороной на нужное место оригинала. Видимое на просвет изображение притирают гладким жестким предметом. Давление при переводе соответствует нажиму руки при обычном письме. Перевод продолжают до появления высветления цвета изображений. Слегка приподняв лист, убеждаются в полном отделении изображения от листа, осторожно снимают лист с оригинала. На перенесенное изображение накладывается лист защитной бумаги, и изображение вторично тщательно притирается гладким жестким предметом.

После перевода листы с неиспользованным переводным изображением закрывают защитной бумагой и хранят в полиэтиленовых пакетах, помещенных в коробку.

Переведенное изображение можно снять ваткой, смоченной в бензине, и на то же место вновь нанести, сделать переводное изображение. Если перевод только что сделан и не очень тщательно притерт, его можно соскоблить ланцетом.

Деколи от супиз отличаются тем, что перевод изображений букв, цифр, условных знаков и прочих обозначений может выполняться несколько раз с одного листа. Деколи представляют собой прозрачную пленку, на которую различные изображения наносятся специальной краской несколько раз. Довольно качественный перевод получается от трехразового пользования. Использованную деколь можно восстановить, предварительно смыв остатки краски скипидаром или смесью бензина Б-70 и изопропилового спирта. Деколи можно переводить на все виды бумаг, карандашную и полотняную кальку, на различные пластики. При хранении деколи закрываются защитной пленкой.

Перевод деколей выполняют так же, как и супиз, только предварительно определяют экспериментально силу нажима. Поскольку деколь многоразового пользования, то первый перевод делают при более слабом нажиме, чем второй и третий. Сила нажима меняется и в зависимости от того, как долго хранились деколи. Если краска недавно накатана на деколь, то нажим должен быть незначительным. Перевод условных знаков и шрифтов с тонкими линиями требует большего нажима.

Недостатком деколей является то, что они долго сохнут. Удалить приведенное изображение можно соскабливанием с помощью ланцета или ватным тампоном, смоченным в ацетоне.

Переводные самоприклеивающиеся изображения и деколи второго и третьего переводов не обеспечивают достаточно хорошее качество. Наблюдаются искажение и деформация изобра-

жений при переводе, поэтому они используются только на тех оригиналах, которые не подлежат дальнейшему воспроизведению.

Оба способа более экономичны по сравнению с вычерчиванием, не требуют особой подготовки исполнителей.

Темплет, в отличие от аппликации, можно использовать многократно. Его можно приклеить и вновь отклеить, переклеить на другое место.

Подложкой темплетов может служить бумага или пластик. На его лицевой стороне полиграфическим способом наносится изображение, а на обратной стороне — слой невысыхающего клея, защищенного антилипкой бумагой. Нужное изображение вырезают, отделяют защитную прокладку и приклеивают к оригиналу.

Недостатком темплетов является то, что при наклейке условных знаков и названий на оригинал создается рельефная поверхность (наклейки выступают над поверхностью оригинала), а также то, что краска находится сверху пленки и ее можно соскоблить. Достоинством является большой срок хранения темплетов и то, что клеевой слой готов к постоянному употреблению, так как защищен антилипкой бумагой.

Таким образом, наиболее высокое графическое качество оригиналов обеспечивают фотонабор, аппликации и темплеты. Производительность труда при работе с темплетами и аппликациями в два раза выше по сравнению с обычным фотонабором.

Глава 8.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ СЪЕМОЧНЫХ ОРИГИНАЛОВ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И МАТЕРИАЛОВ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЪЕМОК

§ 28. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Топографическая карта относится к общегеографическим картам. Все топографические карты создаются как государственные, по единым для страны наставлениям, инструкциям и условным знакам. При разработке масштабного ряда топографических карт учитывались требования к ним со стороны всех отраслей народного хозяйства. В 1934 г. Государственным межведомственным геодезическим советом был разработан основной масштабный ряд — 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000, 1 : 1 000 000, а также разработана система условных обозначений топографических карт. Карты крупнее масштаба 1 : 10 000, а именно 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500, носят название планов.

Топографические карты служат в качестве исходных картографических материалов для создания мелкомасштабных общегеографических карт и в качестве географической основы для различных тематических карт (см. гл. 12).

К топографическим картам предъявляются следующие требования: карта должна быть наглядна и удобочитаема; на ней должно быть точно и достоверно показано все содержание, с той полнотой и подробностью, которая соответствует масштабу, назначению и особенностям отображаемой местности.

Чтобы топографическая карта отвечала этим требованиям, создание съемочного оригинала должно проводиться с определенной точностью и тщательностью. А это, в свою очередь, зависит не только от точности измерений и нанесения объектов местности, но и от тщательности и аккуратности черчения, т. е. от качества графического оформления съемочного оригинала.

§ 29. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ СЪЕМОЧНЫХ ОРИГИНАЛОВ КАРТ И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ГРАФИЧЕСКОМУ ОФОРМЛЕНИЮ

Съемочный оригинал выполняется в результате проведенных топографо-геодезических работ (мензульной и аэрофототопографической съемок).

Основным методом создания топографических карт в настоящее время является аэрофотосъемка; она проводится в тех случаях, когда необходимо создать карту на большую территорию. При съемках небольшого участка выполняется мензульная съемка, так как в этих случаях аэрофотосъемка экономически нецелесообразна.

Съемочный оригинал при мензульной съемке выполняется на чистом листе бумаги, который предварительно укрепляется на мензульной доске. Перед выходом в поле на планшет наносят углы рамки, координатную сетку, пункты геодезической основы, сверху планшет покрывается чистым листом чертежной бумаги, так называемой рубашкой. В процессе работы на рубашке прорезают окна в местах стояния мензулы, по скошенному краю линейки кипрегеля проводят карандашные вспомогательные линии. Проводить их следует карандашом твердостью 5Т-6Т, заточенным в виде лопаточки или на конус. Линии должны быть тонкими, толщиной 0,10—0,15 мм и достаточно бледными, чтобы после накола точки их можно было легко снять мягкой резинкой.

В процессе мензульной съемки делается множество наколов с помощью измерителя. Накол выполняют, установив иглу перпендикулярно к поверхности бумаги. Точка от иглы измерителя не должна превышать 0,1—0,2 мм. Карандашная точка также должна быть не больше 0,1—0,2 мм. Для этого карандаш в процессе работы постоянно подтачивают о наждачную мелкозернистую бумагу № 1.

В полевых условиях при мензульной съемке проводится карандашная рисовка всех предметов местности и рельефа. Рисовка выполняется остро заточенным карандашом твердостью 3Т — 6Т (выбор карандаша зависит от погодных условий: если погода жаркая, то работают карандашами 5Т-6Т). Карандашные линии должны быть тонкими, толщиной 0,1 мм, соч-

ными и однотонными. При рисовке линий от руки пользуются методом наращивания штриха. Нажим на карандаш должен быть легким, чтобы линию при необходимости можно было легко снять мягкой резинкой. Вся карандашная рисовка должна быть аккуратной и четкой, ненужные карандашные линии должны быть сразу же полностью удалены с оригинала.

Всю рисовку местности в карандаше выполняют непосредственно на точке, с которой производится съемка. Объекты местности изображают в соответствующих условных знаках, причем точка условного знака, обозначающая местоположение предмета, должна совпасть с наколом. Реки и ручьи, изображаемые в одну линию, вычерчиваются в карандаше с постепенным утолщением. При изображении населенных пунктов в карандаше шрафировка площадей кварталов делается более разреженной (масштаб 1 : 25 000 и 1 : 50 000), чем при выполнении ее тушью, или выполняется окраска голубым и розовым карандашом (масштаб 1 : 10 000). Окраска делается бледной, чтобы ее можно было снять мягкой резинкой. Отдельные строения, которые в дальнейшем должны быть залиты черной тушью, слегка затушевываются графитным черным карандашом. Все дороги вычерчиваются соответствующими условными знаками. При вычерчивании шоссейных дорог в две линии обе линии вычерчиваются тонкими. При вычерчивании условных знаков насыпей и выемок вычерчиваются тонкие штрихи.

Дополнительные и вспомогательные горизонтали при карандашной рисовке должны быть хорошо различимы. Для этого длина штрихов звеньев полугоризонталей увеличивается, а вспомогательных — уменьшается. При вычерчивании в карандаше условных знаков почвенно-растительного покрова и грунтов вспомогательная разграфка не делается — значки расставляются на глаз. Все подписи выполняют остовными шрифтами, располагать их нужно так, чтобы не возникало сомнения в принадлежности подписи к тому или иному объекту.

Параллельно с выполнением мензульной съемки вычерчивается *калька высот*. Перед выходом в поле на кальку высот наносятся рамка карты, точки координатной сетки и пункты геодезической сети. Ежедневно в процессе съемки на кальку высот с планшета переносятся все пункты съемочной сети, все переходные точки и точки съемочных ходов, а также реечные, с подписями их отметок. Обозначения пунктов триангуляции, точек полигонометрии, реперов и их подписи вычерчиваются красным цветом. Точки съемочной сети вычерчиваются черным цветом, причем в числителе черной тушью подписывается номер точки, а в знаменателе красной тушью — ее высота. Урезы вод подписываются зеленым цветом, а склонение магнитной стрелки — синим. Полностью вычерченная калька высот оформляется следующим образом: посредине, сверху подписывают номенклатуру листа, справа — «калька высот», внизу — масштаб. Калька высот служит контролем правильности вычерчи-

вания горизонталей на съемочном оригинале, так как в процессе работы в поле карандашный рисунок горизонталей может быть затерт или вычерчен ошибочно. Кальку высот накладывают на съемочный оригинал, и помещенные на ней реечные точки должны подтверждать правильность рисовки горизонталей на оригинале.

Иногда при съемке сложной контурной ситуации ведется *калька контуров*. На нее могут наноситься не все контуры, а только наиболее сложные и важные. Вычерчивается такая калька тушью ежедневно. К ее графическому оформлению предъявляются те же требования, что и к кальке высот. Однако и они не могут обеспечить абсолютную сохранность полевой карандашной рисовки, поэтому производится ежедневное вычерчивание съемочного оригинала тушью по мере выполнения съемки. Не допускается отставание закрепления карандашного рисунка на оригинале тушью более чем на три дня. Все элементы содержания на съемочном оригинале вычерчиваются тушью с большой тщательностью, точностью и в цветах, предусмотренных таблицами условных знаков (обычно в три-четыре цвета).

На съемочном оригинале зеленым цветом (вместо голубого, данного в таблицах условных знаков) вычерчиваются все элементы гидрографии: береговая линия морей, рек, озер; реки и ручьи, изображаемые в одну линию; колодцы, родники, урезы вод, изобаты, численные характеристики всех водных объектов и их собственные названия, штриховка болот и их численная характеристика. Штриховка болот на съемочном оригинале может выполняться голубым цветом, так как не каждый топограф или картограф может выполнить рисунок болот качественно и красиво, сохранив тот рисунок, который дан в условных знаках. При дальнейшем фотографировании съемочного оригинала голубая штриховка не воспроизводится, тем самым голубая копия, полученная с полевого оригинала, получается более качественной, т. е. участки, занятые рисунком болот, не затемнены. На издательском оригинале опытный чертежник-оформитель выполнит рисунок болот в соответствии с условными знаками.

Коричневой тушью на съемочном оригинале вычерчивают горизонтали и их подписи, скалы, осыпи, овраги, обрывы, промоины и их численные характеристики, пески, каменистые и бугристые поверхности и т. п., т. е. все те условные знаки, которые в таблицах условных знаков даны коричневым цветом.

Красной тушью вычерчиваются отдельные знаки растительности в соответствии с таблицами условных знаков и граница, обозначающая постепенный переход одного вида растительности в другой.

Все остальные элементы содержания на съемочном оригинале вычерчиваются черным цветом (населенные пункты, дорожная сеть, границы, растительность и т. д.).

Прежде чем выполнять вычерчивание съемочного оригинала тушью, необходимо восстановить затертые карандашные линии, а лишние линии снять мягкой резинкой. Оставшимися крошками мягкой резинки круговыми движениями ладони убирают грязь с оригинала (сильно нажимать не следует). Поля оригинала можно почистить чернильной резинкой. Смахнув крошки резинки чистой тряпочкой или ваткой, приступают к вычерчиванию съемочного оригинала тушью, которое выполняется с большой тщательностью и с соблюдением размеров и рисунков условных знаков. Допускается отступление от размера условного знака только на 0,1 мм. При вычерчивании оригинала тушью под руку подкладывается чистый лист бумаги для предохранения от затирания карандашного рисунка, особенно при выполнении разграфки по линейкам. Линейку, треугольник или синусный прибор перед работой необходимо протирать чистой тряпочкой или листочком бумаги.

Вычерчивание тушью выполняется точно по карандашным линиям, поэтому горизонтали, гидрографию, некоторые виды дорог или отдельные их участки принято вычерчивать чертежным пером, а не кривоножкой. Только опытные топографы, хорошо владеющие инструментом, могут пользоваться кривоножкой.

В полевых условиях допускается упрощенное зарамочное оформление: не вычерчивают внешнюю рамку и масштаб заложений, некоторые зарамочные надписи могут быть оставлены в карандаше.

Рассмотрим порядок и некоторые особенности вычерчивания съемочного оригинала. Чтобы избежать лишних исправлений и подчисток, а также не пропустить главного при вычерчивании съемочного оригинала тушью, придерживаются следующей последовательности.

Сначала вычерчивают линии внутренней рамки оригинала и выполняют окраску зеркала воды голубой акварельной краской, кварталов — голубой и розовой (в зависимости от преобладания в них огнестойких или неогнестойких строений).

С особой тщательностью и точностью вычерчивают опорные пункты, высотные точки и предметы местности, имеющие значение ориентиров, их числовые характеристики и пояснительные подписи.

Еще раз уточняют расположение надписей, выполненных в карандаше. Начертания и размер шрифтов должны соответствовать шрифтам, приведенным в таблицах условных знаков Для более быстрого выполнения надписей можно изготовить трафарет: на небольшом кусочке пластика вырезают отверстия высотой немного больше высоты букв (с учетом толщины остро отточенного карандаша) и длиной, равной самой большой надписи.

Вычерчивание населенных пунктов начинают с промышленных, сельскохозяйственных и социально-культурных объектов,

их названий и численных характеристик. Все сооружения, показывающиеся внемасштабными условными знаками, ориентируют относительно рамки карты, а не относительно линий кварталов, внутри которых они расположены (см. рис. 49, *д*). Затем вычерчивают главные улицы и проезды, выдающиеся здания, прочую внутреннюю застройку, контуры, которые являются внешними контурами населенного пункта, условные знаки садов, парков, огородов и т. д.

При вычерчивании дорожной сети прежде всего выполняют железные дороги. Если параллельно железнодорожной линии на близком расстоянии проходит автодорога, то полотно железной дороги вычерчивают по ее действительному положению, а автодорогу сдвигают. Просвет между ними должен быть не менее 0,2 мм.

При вычерчивании дорог показывают все сооружения, находящиеся на них, и линии связи, а также отдельные строения, расположенные вне населенных пунктов. Если дорога изображается в две линии, то строение показывают на линии дороги, а если в одну, то на расстоянии 0,2 мм от нее.

Вычерчивание гидрографии начинают с урезов вод и пристаней, так как они могут разрывать береговую линию. Затем вычерчивают береговую линию рек, морей, озер и других водоемов, реки и ручьи, изображаемые в одну линию, и, наконец, временные водотоки.

После гидрографии вычерчивают рельеф и все численные характеристики, относящиеся к нему, в следующей последовательности: овраги, обрывы, промоины, скалы и другие формы, показываемые специальными условными знаками, затем утолщенные основные, дополнительные и вспомогательные горизонтали.

Изображение рельефа дополняется числовыми отметками характерных точек местности, которые выполняют черным цветом.

При вычерчивании границы места перегибов фиксируют резкими изломами штрихов или точками знака. В таких случаях длина звена границы и промежутка может быть увеличена или уменьшена. Выступающие детали рисунка оград ориентируют внутрь ограждаемых территорий (в отдельных случаях — в менее загруженную штриховыми элементами сторону).

Вычерчивание почвенно-растительного покрова и грунтов начинают с их границ. Затем выполняют карандашную разграфку для размещения заполняющих условных знаков с помощью синусных линеек, палеток и трафаретов. Если исполнитель имеет определенные навыки и у него хороший глазомер, можно выполнять карандашную разграфку с помощью обычной линейки и треугольника или вычерчивать условные знаки на глаз без вспомогательного построения. Условные знаки растительности и грунтов не следует пересекать изображениями других объектов, так как даже шахматная расстановка может быть нарушена;

условный знак может быть немного сдвинут в сторону или вообще опущен. Густота расстановки знаков растительности зависит от площади, занимаемой угодьем: если площадь маленькая, то расстояние между знаками может быть уменьшено на одну треть.

При выполнении условных знаков лесов, поросли леса, сплошных зарослей кустарников прежде всего в центре площади размещают характеристику древостоя. Если площадь, занимаемая лесом, большая, характеристика дается несколько раз. Если площадь небольшая или представляет узкую полосу, то характеристику древостоя помещают вне контура леса.

Еще раз просматривают расположение всех надписей и, если необходимо, их переносят на другое место. Установив, что надпись размещена правильно (не пересекается другими объектами), ее вычерчивают тушью.

Завершают изготовление съемочного оригинала вычерчиванием внешней рамки и зарамочного оформления.

Просмотренный корректором и редактором съемочный оригинал после исправления всех замечаний передается для выполнения с него издательского оригинала. Издательский оригинал вычерчивается чертежником-оформителем, хорошо владеющим всеми чертежными инструментами и приемами топографического

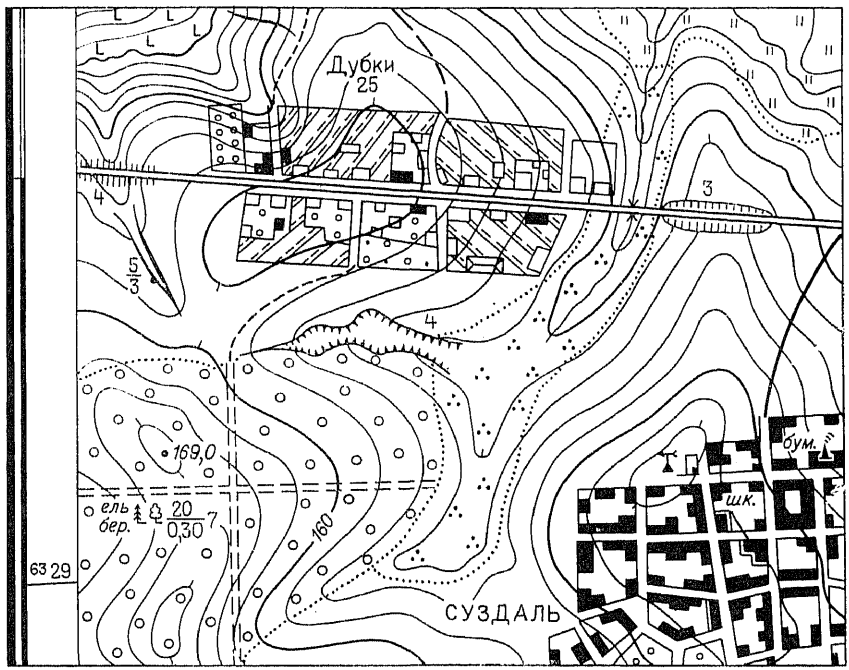


Рис. 60. Фрагмент съемочного оригинала масштаба 1 : 10 000

черчения. Все надписи, численные характеристики и целый ряд условных знаков выполняют с помощью фотонабора (см. § 26).

На съемочном оригинале в настоящее время широко используются самоприклеивающиеся переводные изображения, с помощью которых выполняются надписи, цифры и многие условные знаки.

Последовательность вычерчивания съемочного оригинала тушью может меняться в зависимости от снимаемой местности. Приведенного порядка вычерчивания оригинала необходимо придерживаться при выполнении учебного задания. Всю ситуацию с макета фрагмента съемочного оригинала необходимо скопировать тонкими, мягкими линиями, легко снимающимися резинкой, а затем вычертить тушью в той последовательности, которая была приведена выше и в соответствии с номерами условных знаков, данных на макете. Утолщенные горизонтали, промоины, реки следует копировать тонкой линией, а не утолщенной. Точечный пунктир границ угодий копируют удлиненной пунктирной линией, а полевые дороги и тропы — тонкой сплошной линией. Населенные пункты, прямые участки дорог копируют по линейке. Скопированный рисунок сличают с рисунком макета, исправляют искажения, получившиеся в процессе копирования, и только после этого вычерчивают оригинал тушью. На рис. 60 дан пример вычерчивания части съемочного оригинала в масштабе 1 : 10 000 на основе Учебной топографической карты (М., 1978).

Особенности черчения по фотоснимкам

Работа на фотоснимках, т. е. вычерчивание фотопланов, имеет свои особенности. Чтобы тушь хорошо ложилась на фотоэмульсионный слой, перед работой поверхность фотоплана протирают мягкой резинкой. Если снимки выполнены на глянцевой фотобумаге, то их поверхность слегка протирают чернильной резинкой, чтобы немного снять глянец. Карандашную рисовку на фотоплане выполняют очень тщательно. При этом используют карандаши Т, ТМ, 2М, чтобы не повредить фотоэмульсию. Особая осторожность требуется при работе на фотоплане чертежными инструментами. Чертежные перья подбираются наиболее мягкие (№ 41). Рейсфедер, кривоножка и кронциркуль не должны врезаться в фотобумагу.

Полевое вычерчивание фотоплана тушью проводится по мере выполнения съемки и в тех же цветах, что и съемочный оригинал мензульной съемки. К его вычерчиванию предъявляются те же требования, что и к съемочному оригиналу, сохраняется та же последовательность вычерчивания элементов содержания.

Если при вычерчивании фотоплана пользуются обычной тушью и краской, то неправильно вычерченный рисунок можно аккуратно удалить влажной ваткой. Восстанавливают рисунок только после полного высыхания поверхности. Когда весь оригинал вычерчен, с него удаляют фотоизображение путем отбе-

ливания. Отбеленный фотоплан выглядит так же, как съемочный оригинал мензульной съемки. Иногда в тушь и краску при вычерчивании фотоплана добавляют 2 %-ный раствор двухромовокислого аммония или двухромовокислого калия, тогда при отбеливании тушь и краска не расплываются. Однако исправление допущенных ошибок при работе такой тушью без порчи эмульсионного слоя невозможно, поэтому исполнитель должен работать с особенной тщательностью и не допускать ошибок.

Зарамочное оформление фотоплана в полевых условиях делают сокращенное: не вычерчивают минутную и внешнюю рамки, линейный масштаб и др.

§ 30. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЪЕМОК

Тахеометрическая съемка

Для создания планов небольших участков применяется тахеометрическая съемка, при которой выполняют съемку ситуации и рельефа. В полевых условиях все черчение выполняют в карандаше. Для того чтобы различные элементы лучше отличались друг от друга, пользуются карандашами различной твердости. Например, горизонтали вычерчивают карандашом 4Т, 5Т, утолщенные горизонтали — 2Т, 3Т, населенные пункты — 2Т, ТМ, надписи — Т, М.

Во время тахеометрической съемки ведут в карандаше тахеометрический журнал, где для записей цифр используется вычислительный шрифт. Кроме того, во время тахеометрической съемки для каждой станции составляют абрис (кроки), который представляет собой план местности, выполненный на глаз от руки (масштаб съемки выдерживают приблизительно).

Съемочный журнал и кроки служат основным руководством при составлении тахеометрического плана. План, составленный в карандаше, тщательно корректируют, а затем вычерчивают тушью и оформляют в соответствии с таблицами условных знаков (рис. 61).

Теодолитная съемка

Теодолитную съемку выполняют в масштабах 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500. При прокладке теодолитных ходов в полевых условиях попутно снимают и зарисовывают ситуацию местности в абрисах. Абрис составляют в произвольном масштабе в карандаше (2Т, Т), но при этом придерживаются условных знаков, принятых для составления плана. При выполнении абриса допускается делать выноски отдельных деталей, но они должны быть сделаны так, чтобы при составлении плана не возникало никаких вопросов. Цифры и пояснительные подписи делаются четкими и разборчивыми, для них используют остовные шрифты.

Камеральное составление плана выполняют сначала в карандаше, руководствуясь абрисными зарисовками, выполнен-

ными в полевых условиях. После нанесения геодезической основы приступают к изображению местных предметов и характерных точек контуров. Нанесение точек выполняют с помощью

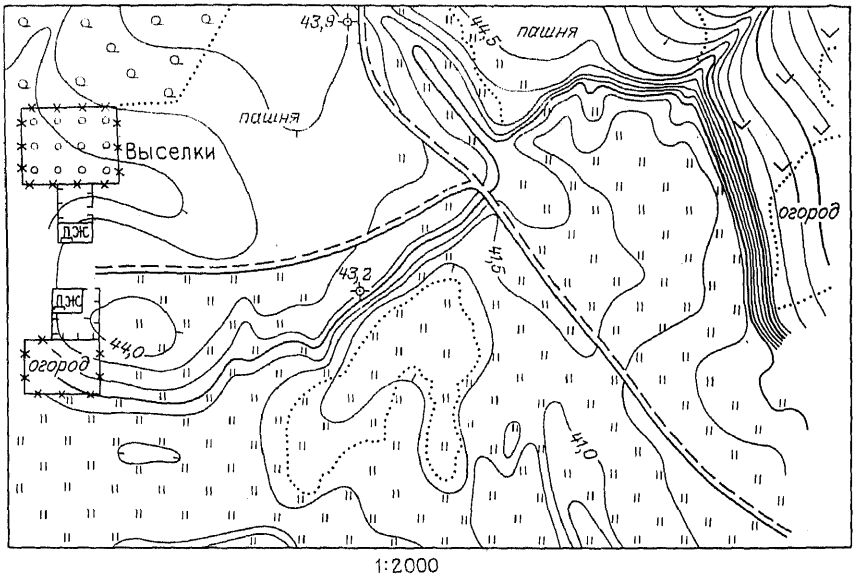


Рис. 61. Образец плана участка местности по данным тахеометрической съемки

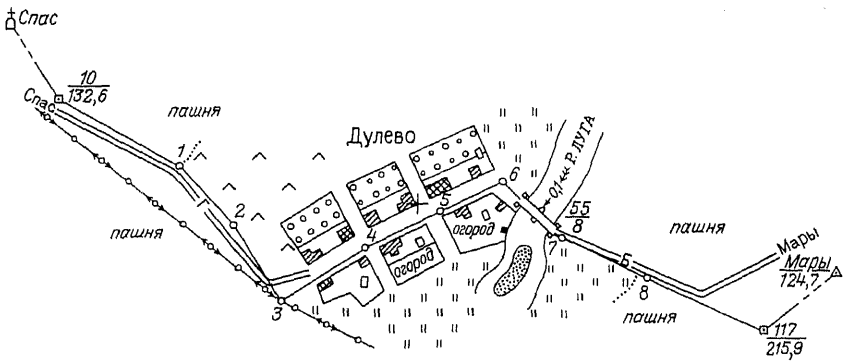


Рис. 62. Образец плана участка местности по данным теодолитной съемки

транспортира, масштабной линейки, измерителя или с помощью линейки и треугольника. Все вспомогательные построения делают слабыми серыми линиями, чтобы их легко можно было снять резинкой. Одновременно с точками на план наносят и

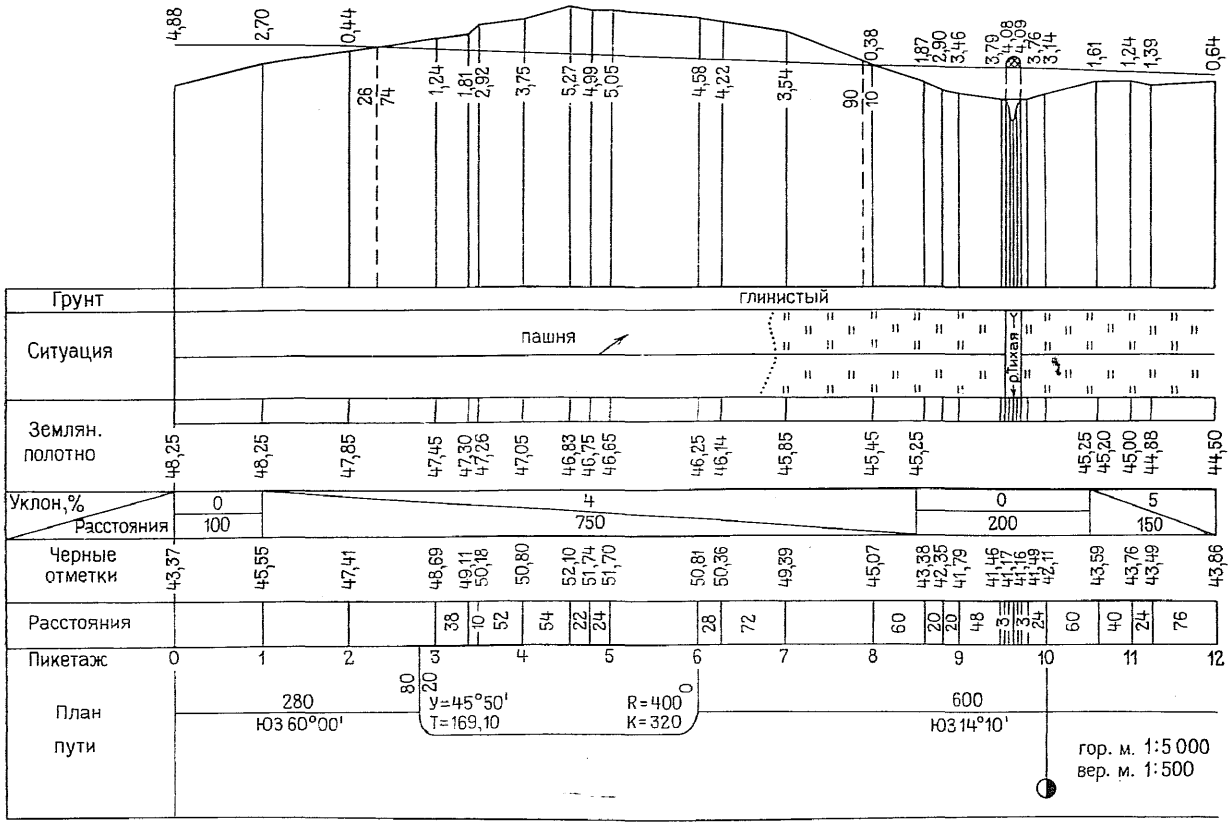


Рис. 63. Продольный профиль

вычерчивают контуры и предметы местности в соответствии с условными знаками. На рис. 62 дан пример плана участка местности, выполненный по данным теодолитной съемки.

Вычерчивание продольного профиля

Продольный профиль участка земной поверхности можно построить по данным топографического плана или по результатам полевых работ при прокладке нивелирного хода. И в том, и в другом случае построение сначала выполняют в карандаше, а затем вычерчивают тушью. Профили удобнее всего строить на миллиметровой бумаге. Так как она по своим качествам отличается от хорошей чертежной бумаги, то работают карандашами твердостью 2Т, 3Т без нажима. Подчистки резинкой нужно делать очень аккуратно, чтобы не разрушить верхний слой бумаги. При полевых работах в процессе проектирования бывают переделки, поэтому вычерчивание в карандаше делается бледными линиями, легко удаляемыми мягкой резинкой. Продольные профили вычерчивают в двух масштабах. Если горизонтальный масштаб равен 1 : 5000, то вертикальный может быть равным 1 : 500. Такую разницу масштабов выбирают для того, чтобы лучше выразить рельеф местности. При проектировании линия нулевых работ получается очень извилистой, поэтому сначала в карандаше выполняют ее спрямление, а затем уже вычерчивают тушью.

Профиль вычерчивают тушью в двух цветах. Все проектные данные и план пути вычерчивают красной тушью, а остальные данные — черной. Красной тушью вычерчивается и сама трасса, от которой стрелками показывают углы поворота. Окончание стрелок должно быть тонким и изящным. Внутреннее содержание контуров на плане вычерчивают в условных знаках принятого масштаба (в нашем примере 1 : 5000). Все цифры выполняют чертежным пером, высотой 2—2,5 мм без предварительного вычерчивания их карандашом. На рис. 63 приведен дорожный профиль.

В нивелирном журнале все записи делают карандашом аккуратно и четко, для записей цифр используют вычислительный шрифт.

Часть II

КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Глава 9.
УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ

§ 31. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ

В основе условных обозначений тематических карт лежат три изобразительных средства: линия, цвет и светотень. Деление тематических карт на настольные и настенные влечет за собой также варьирование размеров условных знаков. Отдельные условные знаки тематических карт отличаются многоцветностью.

Картографическое черчение, так же как и топографическое, складывается из двух этапов: этапа вычерчивания условных знаков на составительских (первичных) оригиналах и этапа вычерчивания их на издательских (вторичных) оригиналах. Каждый этап имеет свои особенности, зависящие от назначения оригинала и технологии его создания. В первом случае вычерчивание условных знаков допускается выполнять с небольшими отклонениями в размерах, а в некоторых случаях и упрощенной формы. Вычерчивание на составительском оригинале упрощенных обозначений обычно производится тогда, когда принятые для карты условные знаки сложны по форме и применяются на оригинале в большом количестве.

Условные знаки при издательском черчении должны точно соответствовать принятым для карты по форме и размеру. Рассмотрим построение и вычерчивание для целей издания некоторых наиболее типичных и сложных для черчения условных знаков тематических карт. Оригиналы условных знаков карт для издания выполняют увеличенных размеров, чтобы при последующем фотографировании с уменьшением дефекты черчения не были заметны.

§ 32. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ И ВЫЧЕРЧИВАНИЯ НЕКОТОРЫХ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ

Пример 1. Построение и вычерчивание условного знака полезного ископаемого «мрамор». Вначале с помощью кронциркуля или циркуля вычерчивают тушью круг диаметром 12 мм, толщина линии 0,6 мм (рис. 64, *а*). Затем строят в карандаше внутреннюю часть знака: проводят два перпендикулярных диаметра, которые делят круг на 4 равные части (см. § 9). От них при помощи синусных линеек внутри круга в карандаше строится квадрат со стороной в 8 мм. Наконец, при помощи линейки и рейсфедера вычерчивается квадрат и диагональ внутри него (рис. 64, *б*). Толщина линии 0,6 мм.

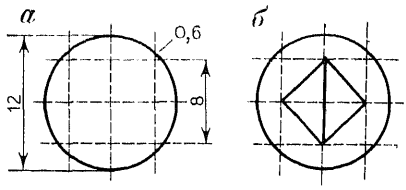


Рис. 64. Построение и вычерчивание условного знака полезного ископаемого «мрамор»

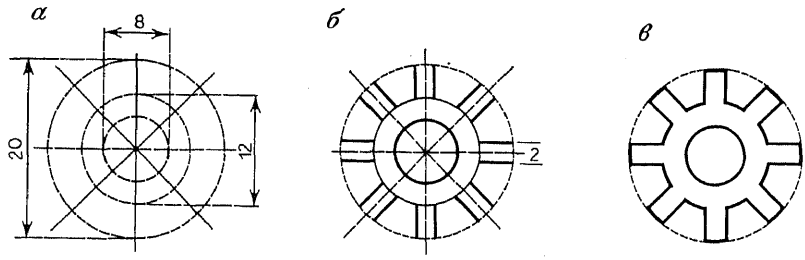


Рис. 65. Построение и вычерчивание условного знака «машиностроительная промышленность»

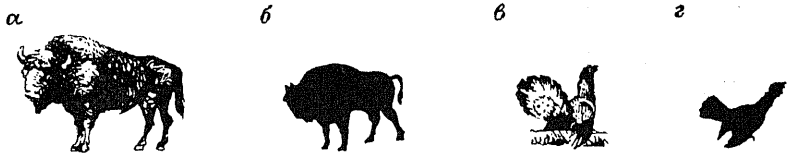


Рис. 66. Натуралистические значки

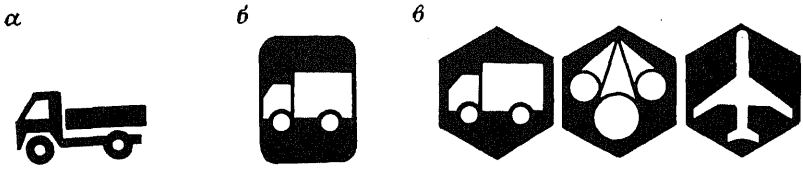


Рис. 67. Стилизованные натуралистические значки

Менее точный, но более быстрый способ вычерчивания того же знака — использование трафарета. В этом случае внутри вычерченного круга квадрат вычерчивают при помощи соответствующего окошка в трафарете. Центровка квадрата в круге производится на глаз.

Пример 2. Построение и вычерчивание условного знака «машиностроительная промышленность».

Вначале выполняют построение карандашом, для чего циркулем или кронциркулем с карандашной насадкой проводят круги диаметром 20, 12 и 8 мм. Внешний круг разбивают на 8 равных частей (рис. 65, *а*). От точек деления на обе стороны на внешнем круге откладывают по 1,5 мм. Точки, находящиеся на противоположных концах круга, соединяют при помощи рейсфедера и синусных линеек (рис. 65, *б*). Наконец, циркулем или кронциркулем вычерчивают остальные элементы знака в соответствии с рис. 65, *в*.

Пример 3. Построение условного знака для обозначения животного мира на зоогеографической карте.

Условный знак представляет собой рисунок. Это может быть точная копия натуры (рис. 66, *а, в*) или изображение, подвергнутое стилизации, упрощению с целью выделения характерных, типичных очертаний при помощи линий, легко поддающихся вычерчиванию (рис. 66, *б, г*; 67). Выполнение художественных рисунков поручается художникам или картографам с соответствующей подготовкой.

Для улучшения читаемости знака часто применяется размещение знака в кассете, форма которой может быть различна (рис. 67, *б, в*).

Наряду с широким применением трафаретов при построении и вычерчивании условных знаков используют миллиметровую бумагу. При этом облегчаются построения внутри условного знака, тогда как по трафаретам вычерчивается, как правило, только контур знака.

Карты содержат на свободных местах помимо условных обозначений различные диаграммы, графики, текст и т. п. Процесс размещения на картах этих сведений является весьма трудоемким. Применение же миллиметровой голубой разграфки на чертежной бумаге значительно экономит время и облегчает процесс размещения и вычерчивания как условных обозначений, так и размещение текста на карте.

Миллиметровую разграфку можно наложить на соответствующие места оригинала карты, а затем выполнять чертежные работы. Но можно делать это в обратном порядке, т. е. сначала построить и вычертить на миллиметровой бумаге условные обозначения, диаграммы и т. п., а затем наклеить их на оригинал. Последний прием более рационален, так как позволяет одновременно чертить на оригинале и выполнять вышеуказанную работу.

Глава 10.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ШРИФТЫ

§ 33. ХАРАКТЕРИСТИКА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ШРИФТОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Применение специальных картографических шрифтов для надписей на картах вызвано особыми условиями их чтения. На большинстве карт надписи выполняются в несколько цветов и

располагаются на многоцветном фоне вместе с разнообразными штриховыми условными знаками, которые также различаются по цвету. Надписи на картах размещают в различных направлениях по кривым и прямым линиям, некоторые слова пишут вразрядку. Значительны различия надписей по размерам шрифта.

Картографические шрифты должны удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать высокую читаемость (легкость прочтения надписи); четкую различимость букв одного шрифта и различимость между собой разных шрифтов; экономичность шрифта (предпочтительны шрифты, надписи которыми занимают наименьшую площадь на карте не в ущерб читаемости); высокое качество воспроизведения полиграфическими средствами (отсутствие в рисунке букв элементов, которые приводят к его деформации в процессе печати: непропечатке тонких элементов букв, утолщению их ввиду залипания краски в узких сочленениях и т. п.); красивый рисунок букв шрифта.

Элементы знаков шрифта русского алфавита

Рисунок букв каждого шрифта содержит характерные, только ему присущие элементы, изменение которых по начертанию, толщине, ширине, высоте приводит к изменению шрифта. На рис. 68 показаны элементы букв шрифта. В наливных (с утолщением) шрифтах имеются утолщенные — *основные* элементы и тонкие — *дополнительные*.

Концы основных и дополнительных элементов ограничивают горизонтальные штрихи — *подсечки*, характер соединения которых с другими элементами показан в табл. 1. Такие элементы

Рис. 68. Элементы букв

букв, как *закругления*, *каплеобразные* и *угловые элементы*, *стрелки*, даны в табл. 2.

Шрифты характеризуются также следующими показателями.

Контраст шрифта (К) — отношение толщины дополнительного элемента (Д) к толщине основного (О): К=Д/О. Чем больше разница в толщине элементов, тем контрастнее шрифт.

Жирность шрифта — отношение толщины основного элемента к внутрибуквенному просвету.

Начертание шрифта: а) курсивное — все заглавные и строчные буквы (за исключением немногих) различаются по рисунку;

Таблица 1

Группы шрифтов	Изображение характерных элементов	Групповые признаки шрифтов
1		Среднеконтрастные шрифты с короткими подсечками, плавно соединенными с элементами букв
2		Контрастные шрифты с тонкими и длинными подсечками, не имеющими плавного соединения с элементами букв
3		Среднеконтрастные шрифты с прямоугольными подсечками, плавно соединенными с элементами букв
4		Малоконтрастные шрифты с прямоугольными подсечками, не имеющими плавного соединения с элементами букв
5		Малоконтрастные шрифты без подсечек
6		Шрифты, по своим признакам не входящие в первые пять групп

Таблица 2

Названия элементов и их изображение	Характеристика элементов букв шрифтов
1. Подсечки:	
а) двухсторонние	В табл. 1 приведены 4 вида подсечек, которыми заканчиваются верхние и нижние части основных элементов букв. Они присущи шрифтам печатного начертания и заглавным буквам — курсивного
б) односторонние *Н Н*	Свойственны строчным буквам курсивного начертания и буквам некоторых шрифтов — печатного. Подсечки обычно направлены влево от верхнего конца левого основного элемента буквы. Есть шрифты, имеющие односторонние и двухсторонние подсечки в одной букве
в) односторонние непрямые *и*	Находятся в верхней части левых основных элементов букв некоторых шрифтов ("рожки")
2. Закругления *Ши*	Бывают у верхних и нижних соединительных элементов в строчных буквах курсивного начертания. Придают буквам разный рисунок даже при одинаковой высоте, ширине, жирности
3. Каплеобразные элементы	Представляют собой утолщения равной формы на концах букв некоторых шрифтов
4. Угловые элементы Т Г *Б*	Элементы, свойственные буквам шрифтов печатного начертания и заглавным буквам курсивного: Б, Г, Д, Е, Т, Ц, Щ, ъ
5. Стрелки З С	Верхние окончания в буквах З, С, Э
6. Ножки К Ж Я	Форма нижних элементов К, Ж, Я

б) печатное — большинство заглавных и строчных букв имеет одинаковый рисунок, исключение составляют буквы: Аа, Бб, Ее, Рр, Уу, Фф.

Наклон шрифта: а) прямой шрифт — оси букв перпендикулярны к строке; б) наклонный шрифт — оси букв имеют наклон вправо или влево.

Любой шрифт может быть прямым, наклонным вправо или наклонным влево. Большинство шрифтов курсивного начертания имеет наклон вправо. Шрифты печатного рисунка обычно прямые.

В основу классификации картографических шрифтов положены два признака: контраст шрифта, наличие подсечки и характер ее соединения с другими элементами знаков.

По этим признакам все картографические шрифты подразделяются на 6 групп. Группы делятся на гарнитуры, которые объединяют шрифты с одинаковым рисунком знаков, но различающиеся по следующим показателям:

по жирности шрифта: жирные, полужирные, светлые, прозрачные;

по ширине: широкие, расширенные, нормальные, суженные, узкие;

по начертанию: курсивные, печатные;

по наклону: вправо, влево, прямо (для разных гарнитур угол наклона неодинаковый).

В табл. 1 приведены групповые признаки шрифтов.

На рис. 69 дана схема классификации шрифтов, предложенная ЦНИИГАиК.

Наклон, жирность и ширина не являются главными признаками, которые влияют на рисунок шрифта и отличают его от шрифта другой гарнитуры. Характерную особенность придают шрифту изменения в рисунке составляющих его элементов, виды которых указаны в табл. 2.

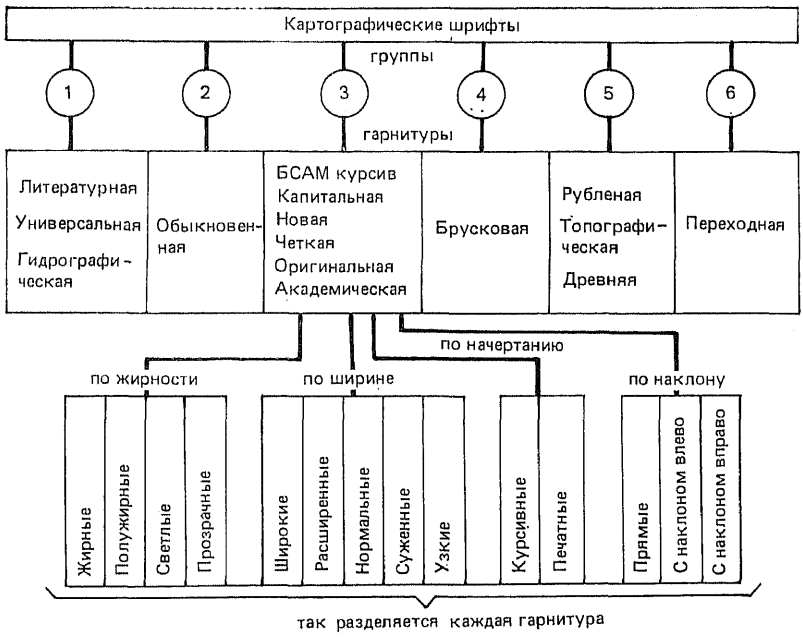


Рис. 69. Схема классификации шрифтов

§ 34. ОПИСАНИЕ НЕКОТОРЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ШРИФТОВ

Шрифты курсивного начертания

БСАМ курсив. Наклон букв равен $^1/_5$. Среднеконтрастный шрифт (К=$^1/_2$). Толщина основных элементов в заглавных буквах равна $^1/_8$ их высоты, в строчных — $^1/_6$. Подсечки прямоугольные, со слабо заметным плавным соединением с основными элементами знаков. На концах тонких дополнительных элементов плавное соединение подсечек более выражено, например, у букв А, М, У, Х (см. рис. 70). Буквы Жж, Зз, Йй, Кк, Лл, м, Уу, х, Ээ, я имеют каплеобразные окончания у дополнительных элементов. Угловые элементы в буквах Г, Д, Е, Т, Ц, Щ, ъ плавно переходят в дополнительные. Знаки З, С, Э вверху имеют стрелки. Соединительные элементы в строчных буквах (и, п, т и др.) имеют округлую форму (рис. 70).

Древний курсив. Шрифт малоконтрастный (К=1/1,3), средней ширины. Толщина основных элементов в заглавных буквах равна $^1/_8$ их высоты, в строчных — $^1/_6$. Буквы не имеют подсечек, каплеобразных элементов, углов и стрелок. Характерным является отсутствие нижних правых закруглений соединительных элементов в строчных буквах, за исключением буквы а, у которой этот элемент дан очень коротким. В буквах ж, к, ц, щ, закругления выражены в начальной форме. Рисунки строчных и заглавных букв разные, кроме ж, з, к, л, н, о, с, х, ч, э, ю, я (см. рис. 70).

БСАМ КУРСИВ

Аа Бб Вв Гг Дд Ёё Жж Зз Йй Кк Лл Мм Нн Оо
Пп Рр Сс Тт Уу Фф Хх Цц Чч Щщ Ъъ Ыы Ьь Ээ
Юю Яя 1234567890

ДРЕВНИЙ КУРСИВ

Аа Бб Вв Гг Дд Ёё Жж Зз Йй Кк Лл Мм Нн Оо Пп Рр
Сс Тт Уу Фф Хх Цц Чч Щщ Ъъ Ыы Ьь Ээ Юю Яя
1234567890

ЛИТЕРАТУРНЫЙ КУРСИВ

Аа Бб Вв Гг Дд Ёё Жж Зз Йй Кк Лл Мм Нн Оо
Пп Рр Сс Тт Уу Фф Хх Цц Чч Шш Щщ Ъъ Ыы Ьь
Ээ Юю Яя 1234567890

Рис. 70. Шрифты курсивного начертания

Литературный курсив. Шрифт среднеконтрастный (К=1/3). Толщина основных элементов в заглавных буквах равна 1/10 их высоты, в строчных — 1/8. Заглавные буквы имеют короткие подсечки, плавно соединенные с элементами букв, строчные — непрямые подсечки. Рисунок букв Б, Г, Т, ъ содержит скошенные угловые элементы. Буквы Ж, Кк, Лл, м, Уу, ф, х имеют каплеобразные окончания, а буквы Зз, Сс, Ээ — утолщения (см. рис. 70).

Левые нижние элементы в буквах Ж, Я несколько опущены под строку. Буква М внизу расширена. Особенность шрифта — наличие двух осей в округлых строчных буквах, ввиду чего нижние и верхние закругления имеют специфический рисунок. Ось внутреннего овала округлых букв параллельна линии наклона знака. Внешний овал имеет больший угол наклона. Мак-

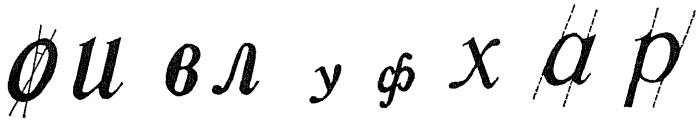


Рис. 71. Особенности рисунка некоторых букв литературного курсива

симальное утолщение основного элемента приходится не на середину строки, а ближе к ее верхней и нижней линиям (рис. 71).

Соединительные элементы проходят под довольно острым углом, так как шрифт неширокий. В строчной букве в левый основной элемент некруглый, в букве л закруглена верхняя часть, в букве у изогнут правый элемент, что необычно для тех же букв курсивного начертания. Буква ф имеет каплеобразные элементы на концах средней линии, обращенные в разные стороны, ее округлые элементы похожи на букву с. Рисунок буквы х напоминает печатное начертание, имеет каплеобразные элементы. Вследствие двух осей в округлых элементах строчная буква а расширена снизу, а буква р — сверху (см. рис. 71).

Шрифты печатного начертания

Рубленый широкий полужирный. Малоконтрастный шрифт (К= =1/1,2). Благодаря большой ширине знаки, полученные на основе буквы о,— округлые: Зз, Сс, Ээ, Юю, а, б, е, р, с. Начертание буквы ф отлично от этого стиля. Подсечки, каплеобразные элементы и стрелки отсутствуют. Заглавные и строчные буквы имеют одинаковый рисунок, кроме букв: а, б, е, р, у, ф (рис. 72).

Древний полужирный. Среднеконтрастный шрифт (К=1/1,6). Ширина букв меньше, чем у рубленого широкого шрифта. В рисунке букв отсутствуют подсечки, угловые элементы, стрелки. В отличие от рубленого широкого шрифта буква ф имеет

округлые очертания. Заглавные и строчные буквы одинакового начертания, за исключением букв а, б, е, р, у, ф (см. рис. 72).

Шрифт литературный. Имеет среднюю контрастность (К= =1/3). Короткие подсечки плавно соединены с другими элементами. У букв А, р, ф верхние подсечки непрямые. Буквы ж, к, л, у имеют каплеобразные элементы. В рисунке заглавных и строчных букв Б (кроме строчной б), Г, Т, Д, Е, Ц, Щ, Ъ характерны скошенные углы, а в рисунке З, С, Э — стрелки. Буква

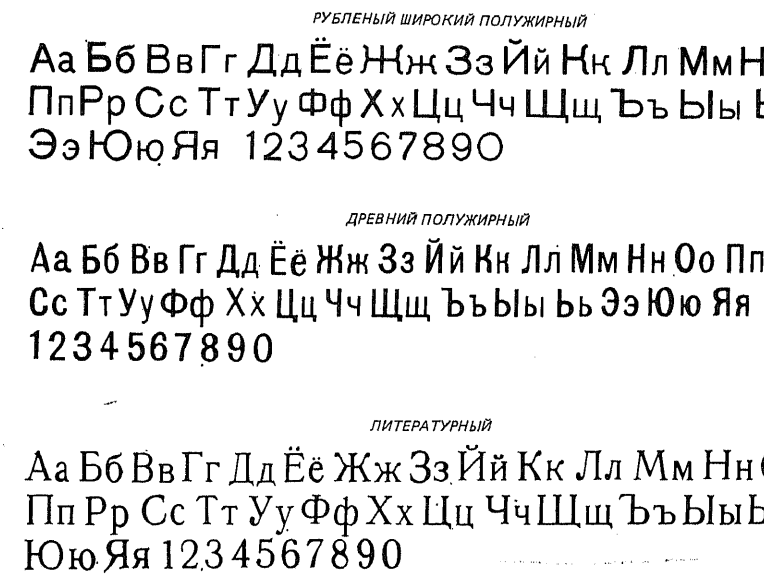


Рис. 72. Шрифты печатного начертания

ф — округлого очертания. Средний элемент буквы Э волнисто изогнут. Левый нижний основной штрих в букве Я заглавного начертания несколько выступает за строку. Заглавная буква М слегка расширена внизу. По начертанию различаются заглавные и строчные буквы а, б, е, р, у, ф (см. рис. 72).

Глава 11.
ЧЕРЧЕНИЕ НА ПЛАСТИКАХ

§ 35. СИНТЕТИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ПЛАСТИКИ)

В картографическом производстве широкое применение нашли синтетические пленки (пластики). Пленки полностью или частично состоят из полимеров — высокомолекулярных соединений. Полимер как связующее вещество компонуется с наполните-

лями, пластификаторами, стабилизаторами, красящими веществами, катализаторами, предназначенными для придания пленкам тех или иных качеств.

К чертежным пленкам предъявляют ряд требований: стабильность размеров, толщина порядка 0,1—0,13 мм, прозрачность, легкость и эластичность, химическая инертность и светопрочность, механическая прочность, твердость и ровность поверхности, способность удержания на поверхности пленки гравировальных покрытий, возможность черчения на ней тушью и карандашом, а также исправления дефектов чертежа. В большой степени указанным требованиям удовлетворяют пластики полиэфирной группы (см. табл. 3): лавсан (СССР), лумиперл, диамат, микротрейс (Япония), перматрейс, вельветекс, мелинекс (Великобритания), хостафан (ФРГ) и др.

Лавсан (СССР) — полиэтилентерефталатная пленка марок КЧ-г — глянцевая, КЧ-п — полуматовая и КЧ-м — матовая. Для черчения пригодна только рулонная пленка. Лавсан является основой для создания различных видов чертежных пленок и по своим свойствам не уступает таким зарубежным пленкам, как лумирор (Япония), мелинекс (Великобритания), майлар (США), фолекс (Швейцария).

Лавсановая пленка с глянцевым чертежным слоем по внешнему виду не отличается от лавсановой глянцевой пленки без слоя. Чертежный слой можно обнаружить, так как он окрашивается в водном растворе анилинового красителя. Работать карандашом на этой пленке нельзя. Вследствие микротвердости лакового слоя рисунок тушью удаляется без следа. При увеличении влажности и температуры пленка увеличивает деформацию до +0,1 % (+0,7 мм по диагонали планшета), однако эта деформация обратимая.

Тушью «Колибри» и графитовыми карандашами можно чертить на синтетической бумаге пленочного типа марки СБ-1 и СБ-2.

Белый оттенок бумифицированного слоя на синтетических бумагах обеспечивает высокую контрастность изображения. Однако замечена обратимая деформация в пределах 0,04 %.

Для работы карандашами и тушью «Колибри» может использоваться офсетная лавсановая пленка с лаковым слоем. При черчении тушью «Колибри» места нанесения изображения приобретают гидрофильные свойства, что способствует усилению адгезии (сцеплению) туши. Деформационные свойства те же, что и у чистого лавсана.

Для черчения предназначена лакированная лавсановая пленка с односторонним (ПНЧ-КТ1) и двусторонним матированием (ПНЧ-КТ2). Это новый чертежный материал на полиэтилентерефталатной (ПЭТФ) основе, выпускаемой по ТУ 6-05-1828—77.

В отличие от полиэфирных поливинилхлоридные пластики при нагревании сильно деформируются, поэтому их используют

Таблица 3

Наименование материала	Страна-изготовитель	Ширина рулона, мм	Толщина, мкм	Средняя величина микронеровностей, мкм	Цвет	Прозрачность, %	Нанесение матированного слоя	Назначение
Чертежные пленки с лаковым чертежным слоем								
Лавсановая рулонная	СССР	600, 1180	25—100	—	Бесцветная	90	Глянцевая	Черчение тушью
СБ-1	СССР	600—610	32, 50	—	С беловатым оттенком	—	Односторонняя	То же
СБ-2								
Офсетная лавсановая	СССР	600, 1180	25—100	—	То же	70	Одно- и двустороннее	»
ПНЧ-КТ1 и КТ2	СССР	620, 880, 1500	60—145	—	»	—	Одностороннее	Черчение карандашом и тушью
Хостафан	ФРГ	1200, 1370, 1570	70—130	0,8—0,9	Бесцветная	70—75	»	То же
Диамат	Япония	1060, 1020	100	0,8—0,9	»	75	»	»
Микротрейс	»	1060	100	0,4—0,5	»	80	»	»
Вельвитекс, озатекс и озалар	Великобритания	1000	50—125	0,8—0,9	»	70—75	Одно- и двустороннее	»
Чертежные пленки с наполнителями по всей массе								
Наполненная лавсановая пленка	СССР	600	70	0,7—0,8	С беловатым оттенком	60	Одно- и двустороннее	Черчение карандашом и тушью
Труматт	Великобритания	1000	50—70	0,6—0,7	То же	65	Двустороннее	То же
Чертежные пленки, матированные механическим способом								
Лавсан рулонный	СССР	600, 1180	25—100	—	Бесцветная	90	Одностороннее	Черчение карандашом и тушью
Перматрейс	Великобритания	850—1200	51, 76, 130, 190	0,8	С беловатым оттенком	75	»	То же
Чертежные пленки, матированные химическим способом								
Лумиперл	Япония	900—1000	50—125	0,5—0,6	С беловатым оттенком	75—80	Двустороннее	Черчение карандашом и тушью

для изготовления рельефных карт. К пленкам поливинилхлоридной группы относятся винипроз (СССР), астролон (ФРГ), астрафойл (Великобритания), экалон (ГДР) и др. В последние годы за рубежом выпускается пластик, объединяющий в себе свойства полиэфирных и поливинилхлоридных пленок.

§ 36. ПОДГОТОВКА ПЛАСТИКОВ К ЧЕРЧЕНИЮ

Обладая многими преимуществами по сравнению с бумагами, полиэфирные пластики, однако, имеют большой недостаток, они плохо удерживают водную тушь на своей поверхности. Поэтому, чтобы улучшить чертежные свойства, поверхность пластика бумифицируют, т. е. делают поверхность шероховатой, матовой, наподобие бумаги. Шероховатая поверхность способствует сцеплению тушевого и карандашного рисунков с основой.

Существует несколько способов бумифицирования пленок. Механический способ состоит в механическом матировании на зернильных машинах. Матированную поверхность можно получить химическим травлением, а также припрессовкой к пленке бумаги. Чертежная поверхность создается также введением определенного наполнителя в полимер. Однако наиболее прогрессивным является способ нанесения на поверхность пленки лакового полимерного слоя, имитирующего механическое зернение. Лаковый слой может иметь глянцевую гидрофильную поверхность, удерживающую водную тушь. Однако работать на такой пленке карандашом нельзя. В настоящее время матированная поверхность создается в заводских условиях.

Одним из главных условий закрепления туши на поверхности чертежных пластиков является отсутствие каких-либо загрязнений на пленке, например жировых пятен, поэтому перед черчением необходимо обезжиривать поверхность пластика органическими растворителями. Так как растворители токсичны, необходимо соблюдать меры предосторожности. Из растворителей предпочтительно применять гексан как мало токсичный и хорошо обезжиривающий поверхность пластика, в том числе по вычерченному тушью «Колибри» изображению. Пленка ПНЧ-КТ1 обезжиривается гексаном и бензином Б-70. В табл. 4 указаны рекомендации по обработке зарубежных полиэфирных пленок.

Синтетические пленки с бумифицированным слоем обычно вступают в реакцию с большинством растворителей. Поэтому синтетическую бумагу СБ, лавсановую пленку с чертежным слоем перед черчением вместо растворителя обрабатывают тальком.

После обезжиривания матированную поверхность пластика следует обработать ватным тампоном, смоченным в 15 %-ном растворе уксусной кислоты.

При отсутствии указанных химикатов для обработки пленки на практике часто применяют красную жесткую резинку.

Таблица 4

Название пленки; страна-изготовитель	Способ матирования поверхности	Растворитель для обезжиривания пленок до черчения	Растворитель для удаления туши «Колибри»
Перматрейс; Великобритания	Механическое зернение	Гексан, 15 %-ная уксусная кислота, четыреххлористый углерод	Дихлорэтан, растворитель 646
Вельвитекс; Великобритания	Нанесен специальный слой с наполнителем	То же	15 %-ная уксусная кислота
Хостафан; ФРГ	Механическое матирование	»	То же
Пленки сквозного матирования (труматт): озалар, озалид, озатекс); Великобритания	Введен наполнитель в массу пластика	»	Дихлорэтан, 15 %-ная уксусная кислота
Лумиперл; Япония	Химическое зернение	»	Дихлорэтан, 15 %-ная уксусная кислота, растворитель 646, четыреххлористый углерод
Диамат; Япония	Матирование песчаной струей	Гексан, бензин Б-70	Дихлорэтан
Микротрейс; Япония	Химическое матирование	То же	Четыреххлористый углерод, ксилол

Сильно загрязненные пластики моют мыльным раствором (мыло хозяйственное), тщательно промывают водой, а после сушки протирают мягкой резинкой.

Туши для пластиков

Помимо специальной подготовки поверхности пластика к черчению большое внимание уделяется составу туши, способной прочно удерживаться на ней. Для указанных целей выпускается водная тушь «Колибри». Она может быть использована также при черчении на бумаге и аэроснимках. Основными компонентами в составе туши являются красящее вещество (из синтезированных органических пигментов) и синтетический латекс, который и является причиной удержания туши на поверхности пластика. Тушь легко сходит с инструмента, нетоксична, после высыхания не смывается водой и спиртом. Последнее свойство позволяет производить черчение и очистку (обезжиривание) поверхности пластика спиртом без ущерба для вычерченного

изображения. Перед работой тушь тщательно перемешивают, только в этом случае она дает достаточную копировальную плотность. Тушь сохраняет свои свойства в течение года при условии хранения ее при комнатной температуре в плотно закрытом сосуде.

Тушь «Колибри» быстро засыхает на воздухе, загрязняет чертежные инструменты; очищают их, используя растворитель-646. С чертежа тушь хорошо снимается скальпелем.

На производстве несмываемую тушь для черчения на пластиках готовят по следующему рецепту:

тушь концентрированная в тубах	15—20 мл
вода	2—3 мл
бихромат аммония (3 %-ный раствор)	10 капель
глицерин технический	1—2 капли

Правильно разведенная тушь при просмотре вычерченного на пластике рисунка на просвет имеет насыщенный черный цвет и обеспечивает равномерную налитость линии.

После вычерчивания этой тушью изображение задубливают под ультрафиолетовыми лучами в течение 15—20 мин. Изображение становится нерастворимым в воде и спирте. Раствор туши может храниться в течение 2—3 дней в закрытом темном флаконе с узким горлышком.

Существуют туши типа «Ротринг К» (ФРГ), способные проникать в толщу пленки и, таким образом, прочно удерживаться на пластике. Однако такие туши практически исключают возможность исправления изображения.

Для черчения на глянцевой поверхности пластика отечественная промышленность выпускает тушь «Пингвин».

Особенности черчения на пластиках

Черчение, как правило, выполняется на матированной стороне пластика. Используемые при этом обычные чертежные инструменты быстро изнашиваются из-за твердой поверхности пластика, поэтому желательно, чтобы инструменты были с напайками из твердых сплавов типа ВК-8. Так как инструменты из обычной стали приходится часто затачивать, подправлять на мелкозернистой наждачной бумаге, целесообразно использовать в работе не менее двух комплектов чертежных инструментов.

Нерабочая часть пластика должна быть закрыта чистым листом бумаги, удобно также пользоваться бумажной «рубашкой» с вырезанными рабочими «окнами». Во время работы пластик должен находиться на ровной поверхности (лучше на стекле). Для лучшей читаемости абрисного рисунка под пластик следует подкладывать лист белой бумаги.

При вспомогательных разграфках применяют карандаши средней твердости, а также голубую прозрачную тушь. На полевых оригиналах желательно применять карандаши с большой оптической плотностью типа «Светокопия», «Чертежник», «Лю-

граф». Перспективным является применение пластмассового карандаша, не требующего по сравнению с обычными частой заточки. Однако черчение непосредственно по карандашному изображению выполнять не следует из-за плохого сцепления туши и графита. Поэтому черчение выполняют на чистом листе пластика, наложенном на съемочный планшет. Последний после снятия карандаша можно использовать многократно.

При черчении на пластиках рекомендуется использовать пластмассовые линейки, треугольники, лекала, при выполнении различных разграфок — специальные палетки, шаблоны и т. п.

При работе чертежным пером линии вычерчивают длинным штрихом, а не методом наращивания короткими штрихами. При наращивании ранее прочерченный штрих нарушается и линия становится рваной. Применяют жесткие чертежные перья № 41 или № 2350. Толщина линий должна быть не менее 0,15 мм, так как при копировании на светочувствительные материалы линии становятся более тонкими. Чертежными инструментами работают без нажима, несколько медленнее, чем по бумаге. Толщина прочерчиваемой линии зависит от количества туши в инструменте, поэтому в рейсфедер, кривоножку или кронциркуль тушь набирают до середины от винта и конца пера. По этой же причине тушь в инструменте не следует расходовать до конца. Не рекомендуется повторно прочерчивать еще влажную линию.

Погрешности черчения на механически матированном пластике снимают ватой, смоченной водой, сразу после вычерчивания. Исправления оригиналов, находившихся на хранении, выполняют с помощью скальпеля или растворителя (см. табл. 4). При подчистке скальпелем стараются не нарушить матированный слой пленки. Исправления на синтетической бумаге СБ-1 и пленке ПНЧ-КТ1 производятся водой, а затем стиральным порошком «Лотос».

Надписи на пластик обычно наклеивают. Для этого используется специальная прозрачная фототехническая пленка с клеевой подложкой или фотобумага со съемным слоем и специальные клеи (рекомендуем использовать клей на основе смолы АС [8]). Приклеивание выполняют следующим образом: из гранки вырезают только эмульсионный слой, оставляя подложку цельной; на пластик кисточкой наносят тонкий слой клея, накладывают надпись и приглаживают через целлофан. В процессе приклеивания вырезанную надпись удобно держать пинцетом справа.

Вычерченное изображение должно иметь необходимую оптическую плотность, которая определяется визуально по шкале плотностей и должна быть не менее 2,0 ед.

Для предохранения оригинала от осыпания туши и наклеек изображение закрывают при помощи мягкой кисточки защитным лаком, состав которого может быть различным. Простей-

шим является 1 %-ный раствор коллодия, изготовляемого из стружки оргстекла и ацетона в соотношении 7 : 1 по весу. Применение защитного лака снижает требования к туши. Например, не нужно добавлять в тушь двухромовокислый аммоний, от которого тушь быстро портится. На оригиналах, закрытых коллодием, возможна корректура, т. е. подчистка и повторное вычерчивание.

Оригиналы, вычерченные на пластике, следует хранить в отдельном помещении в подвешенном состоянии, при температуре 16÷20 °С и относительной влажности воздуха 50—80 %. При транспортировке их можно, в качестве исключения, свертывать, переложив бумагой.

Глава 12.
ОСОБЕННОСТИ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ СОСТАВИТЕЛЬСКИХ И ДРУГИХ ОРИГИНАЛОВ

§ 37. СОСТАВИТЕЛЬСКИЕ ОРИГИНАЛЫ КАРТ. ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДИКА ИХ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ

В гл. 8 было рассмотрено создание съемочного оригинала топографической карты (или плана) по результатам полевой инструментальной съемки или по результатам аэрофотосъемки. Однако топографическая карта может создаваться камеральным путем, без полевых и аэрофотосъемочных работ: по изданной карте составляется карта более мелкого масштаба. Так, по картам масштаба 1 : 25 000 можно составить карту масштаба 1 : 50 000, а затем — 1 : 100 000 и т. д. (см. Географический атлас для учителей средней школы. М., ГУГК, 1982, ст. 25). Этот масштабный ряд можно продолжить и таким образом получить мелкомасштабные карты на отдельные крупные районы, материки и на земной шар в целом.

Если, например, по картам масштаба 1 : 25 000 требуется создать карту масштаба 1 : 50 000, то для этого листы карты масштаба 1 : 25 000 фотографируются с уменьшением в 2 раза, т. е. до масштаба 1 : 50 000. В соответствии с номенклатурной разграфкой четыре листа карты масштаба 1 : 25 000 составят лист карты масштаба 1 : 50 000. С полученных негативов на чертежной бумаге высокого качества получают голубые копии. Затем голубые копии монтируют на жесткую основу (лист алюминия или другой недеформирующийся материал). Бумага, которую предварительно наклеивают на жесткую основу, должна быть белого цвета и плотно прилегать к основе.

К голубой копии предъявляются следующие требования: размеры голубых копий должны соответствовать заданным размерам; голубое абрисное изображение должно быть четким и свет-

лого голубого тона (но не слишком светлого и не темного синего тона); пробельные места должны быть чистыми, без пятен и подтеков; голубые копии не должны быть с серым или голубым фоном (вуалью).

В целях улучшения качества черчения голубую копию подвергают специальной обработке. Для этого весь оригинал покрывают раствором поливинилового клея. В состав клея входят поливиниловый спирт (25—30 г) и вода (1000 мл). После высушивания голубую копию протирают чернительной резинкой. Основа с голубым абрисным изображением готова к составлению.

Далее приступают к составлению и вычерчиванию содержания оригинала карты. Если рисунок карты сложный, то составление сначала ведут в карандаше, а затем необходимое содержание вычерчивают тушью. Оригинал карты, изготовленный в результате составления, носит название составительского оригинала. При необходимости для составления карты в качестве исходного картографического материала могут быть использованы имеющиеся в наличии на данную территорию съемочные или издательские оригиналы.

Составительский оригинал вычерчивают в масштабе издания карты и в тех же цветах, что и съемочный оригинал. Гидрографию вычерчивают зеленой тушью, рельеф — коричневой, прочую контурную нагрузку — черной тушью (иногда еще пользуются тушью красного и желтого цветов).

Все элементы содержания на составительском оригинале должны быть вычерчены в соответствии с редакционным планом карты и условными знаками данного масштаба. Приемы и методы вычерчивания на составительском оригинале те же, что и при вычерчивании съемочного оригинала. При вычерчивании условных знаков на составительском оригинале пользуются чертежным пером, рейсфедером, кривоножкой, кронциркулем, синусными линейками, а также различными палетками и трафаретами. Как правило, береговая линия, речная сеть, границы, горизонтали вычерчивают на составительском оригинале чертежным пером, чтобы избежать расхождений с голубым абрисным изображением и искажений характера извилистости линий. Однако если исполнитель хорошо владеет кривоножкой, то разрешается вычерчивание ею линейных элементов. При этом улучшается качество оригинала и повышается производительность труда. Если на составительском оригинале встречается большое число внемасштабных и площадных условных знаков, целесообразно использовать изображения условных знаков, выполненных в виде наклеек фотонабора, деколей, переводных самоприклеивающихся изображений и т. д.

Все собственные названия, пояснительные подписи и числовые характеристики на составительском оригинале выполняются остовными шрифтами от руки чертежным пером или с помощью переводных самоприклеивающихся изображений и де-

колей. При этом должен быть сохранен цвет, характер шрифта (прямое или курсивное написание строчными или одними заглавными буквами), размер букв и длина слова.

Составительский оригинал, в соответствии с технологией составления, может быть общим (выполненным на одном оригинале) или расчлененным (выполненным на двух оригиналах или более), выполняется черчением на бумаге, черчением или гравированием на пластике.

Работу на составительском оригинале начинают с вычерчивания внутренней рамки, а на расчлененном — с углов рамок на всех оригиналах. Затем измеряют все стороны и диагонали рамки с точностью до 0,1 мм. Отклонения теоретических размеров от фактических допускаются ±0,2 мм по сторонам внутренней рамки и ±0,3 мм — по диагоналям.

Составительский оригинал вычерчивают в той же последовательности, что и съемочный оригинал. Все водные пространства окрашивают бледно-голубой краской, лесные массивы — бледно-фиолетовой, а кварталы населенных пунктов, в зависимости от масштаба и преобладания в них огнестойких или неогнестойких строений,— голубой, розовой или бледно-фиолетовой краской.

На составительском оригинале, как и на съемочном, допускаются отклонения от размера условного знака ±0,1 мм.

На законченном составительском оригинале топографической карты исполнителем проводится корректура и сводка по рамкам карты с соседними листами. После проведения корректуры, редакционного просмотра карты и исправления замечаний корректора и редактора с составительского оригинала изготавливают голубые копии под издательские оригиналы. Перед передачей составительского оригинала для подготовки к изданию с него должны быть удалены все карандашные пометки и разграфки. Оставляются только пометки и разграфки, сделанные голубым цветом.

Составление мелкомасштабных общегеографических и различных тематических карт можно вести по голубой копии или с помощью проектора. Проектор дает возможность получать изображение с увеличением или уменьшением. Составление на проекторе лучше всего вести в карандаше (из-за недостаточной освещенности), а затем вычерчивать рисунок тушью. Проектором удобно пользоваться, если с другого дополнительного картографического материала необходимо перенести какие-либо элементы, отсутствующие на основном картографическом материале, и в том случае, если проекции составляемой карты и исходного картографического материала одинаковы или очень близки. В тех случаях, когда проекции картографического источника и проектируемой карты различны, для преобразования и перенесения изображения пользуются различными трансформаторами.

Создание мелкомасштабной тематической карты имеет некоторые особенности. На тематических картах помимо специаль-

ной штриховой нагрузки имеется фоновая окраска, которая также имеет определенное смысловое значение. Например, на экономических картах фоновой окраской показываются районы распространения различных сельскохозяйственных культур. В этих случаях на составительских оригиналах фон не окрашивают, а в каждом контуре ставят цифру или индекс, которые проставляют и в легенде карты. Цифры или индексы чаще всего вычерчивают голубым цветом. В дальнейшем изготавливают макет фоновой окраски, на котором окраску площадей выполняют в соответствии с составительским оригиналом (см. § 105).

При составлении мелкомасштабных и различных тематических карт названия, как правило, выносят на отдельный оригинал, который чаще всего выполняют на пластике. Над каждой подписью населенного пункта ставится маленькая цифра, соответствующая его градации.

На мелкомасштабных картах населенные пункты изображаются пунсонами, вычерчивание начинают с более крупных. Чтобы показать положение населенного пункта на берегу моря или реки, нужно вычертить пунсон так, чтобы он касался береговой линии или линии реки. Если населенный пункт расположен по обоим берегам реки, то линия реки разрывается пунсоном. При вычерчивании населенных пунктов, изображаемых пунсонами в виде концентрических окружностей, прежде всего вычерчивают внешнюю окружность.

При проектировании тематических карт для атласа создается единый составительский оригинал типовой основы. В этих случаях географическая основа составительских оригиналов всех тематических карт, входящих в атлас, может иметь одноцветное изображение, черное или коричневое.

Во всех случаях законченный составительский оригинал должен быть подписан исполнителем, корректором и редактором. На нем должны быть подписаны номенклатура листа (если это топографическая карта), номер листа многолистной карты или ее название, номер страницы атласа и другие пояснительные и выходные данные.

Законченный составительский оригинал для предохранения его от загрязнения, порчи и выгорания на свету покрывают целлофаном и плотной бумагой.

§ 38. АВТОРСКИЙ ОРИГИНАЛ. СПОСОБЫ И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

При разработке тематических карт, особенно карт, создаваемых впервые, изготавливают авторский оригинал, который разрабатывают в процессе редакционной подготовки карты и выполняют под руководством редактора или автора-специалиста. Как правило, авторский оригинал выполняют в масштабе издания карты и он полностью соответствует будущей карте как по содержанию, так и по оформлению. Поэтому авторский ориги-

нал выполняют в условных знаках и красках, предусмотренных для издания.

Для сложных и впервые проектируемых карт может выполняться несколько вариантов авторских оригиналов.

Способы создания оригиналов могут быть различными в зависимости от наличия и полноты исходных картографических материалов.

Прежде всего на авторский оригинал должна быть нанесена географическая основа будущей карты: фотопутем (получение голубых копий), копированием на просвет, с помощью проектора или фототрансформатора. Иногда географическую основу печатают той краской, какая предусмотрена для издания, и ее уже не вычерчивают на авторском оригинале. В этом случае созданию географической основы на авторском оригинале предшествует ее создание на составительском оригинале карты.

Специальное содержание на авторский оригинал переносят с изданных картографических материалов теми же способами, что и географическая основа карты, или наносят визуально (или с помощью пропорционального циркуля), используя литературные и статистические данные, по контурам географической основы.

В ПКО «Картография» разработана технология создания авторского оригинала, когда вначале вычерчивают всю штриховую нагрузку карты, включая и надписи. Чтобы краска или тушь в дальнейшем не расплывалась, в нее добавляют хромированный альбумин. Затем все вычерченные штриховые элементы задубливают на свету или под дуговыми фонарями и струей воды смывают незадубленные частицы краски или туши. После высушивания раскрашивают фон акварельными красками, вычерченный штриховой рисунок уже не расплывается.

Вся штриховая нагрузка карты может быть вычерчена тушью «Колибри» или несмываемой тушью. После высыхания туши можно производить фоновую окраску.

Законченный и утвержденный авторский оригинал является основным картографическим источником для нанесения специального содержания карты на составительский оригинал без привлечения источников, по которым он создавался. Если специальное содержание будущей карты несложное, авторский оригинал может выполнять функции составительского оригинала (составительский оригинал карты уже не готовится).

При создании авторского оригинала и особенно эскизов оформления карт, обложек для атласов и обложек для туристских карт можно пользоваться аппликациями из цветных бумаг, а также гуашью и темперой. Этими средствами широко пользуются в ПКО «Картография». Гуашь чаще всего используют для выполнения штриховых элементов на авторском оригинале или для окраски фона различных диаграммных фигур на предварительных эскизах, когда решается только вопрос цветового оформления карты или обложки. Для фоновой окраски лучше

пользоваться темперой. Работают темперой по-сухому (т. е. окрашиваемую площадь предварительно не смачивают водой), большими и широкими мазками, как при работе масляными красками (кистью большого размера).

Цветные бумаги для аппликаций можно получить с помощью темперы или печатью на станке. Например, выбрав общий фон карты, на него наклеивают вырезанную голубую копию, на которой затем раскрашивают значки, диаграммные фигуры или наклеивают условные знаки, вырезанные из цветной бумаги. С помощью цветных аппликаций можно очень быстро создать несколько вариантов оформления карты или обложки. Аппликациями широко пользуются при создании карт плакатного типа, в основном разового пользования для сопровождения доклада, лекций и т. п.

Часть III

ГРАВИРОВАНИЕ ОРИГИНАЛОВ КАРТ

ВВЕДЕНИЕ

В отечественном картографическом производстве кроме способов создания оригиналов карт методом вычерчивания на бумажной основе или пластике применяется также более прогрессивный способ — гравирование оригиналов по специальному слою, нанесенному на прозрачную малодеформирующуюся основу. Сущность его заключается в том, что рисунок, скопированный в виде абриса на поверхность гравировального слоя, удаляется с основы вместе со слоем каким-либо способом. В зависимости от способа удаления гравирование подразделяется на механическое, химическое, фотохимическое, электротермическое и др. Гравирование также подразделяется на негативное и позитивное. В первом случае награвированный рисунок остается прозрачным, а слой, обладающий необходимой копировальной плотностью, закрывает участки, свободные от рисунка. Полученный оригинал используется как негатив. Во втором случае награвированный рисунок окрашивается в самой основе, после чего гравировальный слой удаляется и полученный оригинал используется как диапозитив.

Метод гравирования имеет большие преимущества по сравнению с методом вычерчивания оригиналов карт на бумажной основе. Он позволяет повысить производительность труда, сократить чертежные и фоторепродукционные процессы, исключить трудоемкий и дорогостоящий процесс расчленительной ретуши негативов, значительно улучшить качество штрихового рисунка карт и т. д.

Первые попытки применить метод гравирования по специальному покрытию, нанесенному на стекло, для подготовки карт к изданию были сделаны Б. А. Снисаренко в 1939 г.

В настоящее время в отечественном картографическом производстве применяется негативное механическое гравирование, обеспечивающее наиболее высокое качество рисунка и имеющее большую перспективу в отношении механизации и автоматизации процесса изготовления оригиналов карт.

Глава 13.

ГРАВИРОВАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И СЛОИ

§ 39. ВЫБОР И ПОДГОТОВКА ОСНОВЫ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ГРАВИРОВАЛЬНОЙ ЭМАЛИ

В качестве основ для нанесения гравировальных эмалей используются малодеформирующиеся полиэфирные пленки типа лавсан, мелинекс, лумиррор и другие, которые должны удовлетворять следующим требованиям.

Пленка должна быть бесцветной, глянцевой, без складок, царапин, отверстий, инородных включений, поверхностных загрязнений, надрывов и заусенцев. Толщина пленки должна быть 120—130 мкм. Колебания толщины допускаются не более 5 мкм на 1 дм^2. Коэффициент линейного теплового расширения должен быть не более $3 \cdot 10^{-5}$ на 1 °С. Пленка должна иметь прозрачность не менее 90 %.

Перед нанесением гравировальной эмали пленка должна быть размотана из рулона, разрезана на листы нужных форматов и выдержана в горизонтальном положении на стеллаже не менее 4—5-ти недель до ее использования.

§ 40. ПРИГОТОВЛЕНИЕ И НАНЕСЕНИЕ ГРАВИРОВАЛЬНОЙ ЭМАЛИ НА ОСНОВУ

Из отечественных гравировальных слоев наиболее широко в картографическом производстве применяется слой, получаемый при нанесении на основу (пластик) гравировальной эмали ЦНИИГАиК, представляющей собой суспензию пигмента (двуокиси титана) в растворе нитроцеллюлозы и канифоли в органических растворителях с добавлением пластификатора (дибутилфталата) и вазелинового масла. Для получения однородной суспензии эмаль при ее приготовлении тщательно размешивают электромешателем в течение 40—50 ч.

Нанесение гравировальной эмали ЦНИИГАиК на пластик производят в горизонтальной или вертикальной центрифуге.

Перед нанесением на пластик эмаль должна быть размешана и профильтрована. После нанесения эмали пластина с гравировальным слоем должна быть выдержана в центрифуге в течение 5—7 мин, после чего ее подвешивают для высушивания на 4—5 сут в темное помещение при температуре 17—25 °С. Относительная влажность воздуха в рабочем помещении при нанесении эмали должна быть не более 65 %.

После высушивания гравировальных основ производят контроль качества гравировального слоя.

Гравировальный слой, нанесенный на пленку, должен удовлетворять следующим требованиям: 1) равномерно покрывать поверхность пленки без просветов и посторонних вкраплений при толщине 8—9 мкм; 2) легко прорезаться иглами и резцами

без образования утолщений и трещин на краях прорезаемых линий; 3) иметь хорошее сцепление (адгезию) с пластиком и высокую разрешающую способность, не отставать от подложки при гравировании линий на расстоянии 0,1 мм или пересекающихся под острым углом; 4) не образовывать при гравировании липкой стружки; 5) обладать достаточной твердостью (для работы мягким карандашом); 6) сохранять гравировальные свойства не менее 1 года и не изменять их при обработке и нанесении на него светочувствительных и защитных слоев; 7) допускать исправления неправильно награвированного рисунка; 8) иметь не утомляющий зрение цвет и достаточную копировальную плотность для получения диапозитива с награвированного рисунка.

Измерение толщины слоя производят рычажным микрометром (МР) выборочно на одном из листов с четырех сторон следующим образом. На краях листа гравируют кружки или квадраты размером немного больше диаметра измерительной плоскости микрометра с таким усилием, чтобы остался след на самой основе (пластике). Внутри фигур измеряют толщину слоя вместе с пластиком, а затем, смыв гравировальный слой ватным тампоном, смоченным в спирте или ацетоне, измеряют толщину пластика. Разница между показаниями микрометра составит толщину гравировального слоя.

Чтобы проверить, выполняются ли условия пунктов 2, 4, 5, проводят пробное гравирование, черчение по слою мягким карандашом и просмотр визуальный и в лупу с увеличением $10^{\times}$.

Контроль по пункту 3 производят путем гравирования сетки квадратов из десяти или пятнадцати линий толщиной 0,1 мм при помощи пропорциональных линеек и гравировальной иглы. По искажению формы квадратов косвенно можно судить о степени старения слоя и количестве пластификатора в нем: на свежем слое с оптимальным количеством пластификатора квадраты имеют правильную форму с четкими и прямыми углами. На слое с повышенным количеством пластификатора или недостаточно высохшем квадраты искажены. В этом случае до начала гравирования слой необходимо посушить в темном месте при комнатной температуре. На пересохшем слое квадраты уменьшены в размерах и имеют закругленные углы. Если слой состарился, он становится хрупким и прорезаемые линии имеют рваные края.

Разрешающую способность слоя, зависящую от его толщины и величины адгезии, определяют также путем прорезания параллельных линий. Чем больше раздельных линий одинаковой толщины можно награвировать на одном миллиметре, тем выше разрешающая способность слоя.

Контроль по пункту 6 выполняют пробным гравированием после изготовления абрисного рисунка карты.

Контроль по пункту 7 выполняют при нанесении на исправляемый гравированный рисунок корректирующего покрытия и

повторного гравирования. Качество линий проверяют с помощью лупы с увеличением 10×. В качестве корректирующего покрытия можно использовать ту же гравировальную эмаль или карандаш «Стеклограф».

Контроль по пункту 8 выполняют при изготовлении контрольных диапозитивов.

Глава 14.
ГРАВИРОВАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

§ 41. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Оригиналы карт гравируют с помощью гравировальных приборов, инструментов и принадлежностей, которые должны удовлетворять ряду требований. Они должны быть удобными для работы, обеспечивать необходимое положение резца по отношению к гравируемому оригиналу, не повреждать гравировальный слой в процессе работы и не загораживать поле зрения вокруг резца. Резцы, входящие в комплект приборов и инструментов, должны полностью удалять гравировальный слой с гравируемых элементов, не повреждая основы. Допускается небольшое продавливание пластика, без нарушения его прозрачности, при гравировании резцами с острой конической и круглой заточкой, вставляемыми в гравировальные ручки.

Создан единый унифицированный набор гравировальных приборов, инструментов и принадлежностей, в состав которого входят: прибор для гравирования линий (ГПЛ), электрический кронциркуль (ЭК), прибор для гравирования строений (ГПС), горизонтальный гравировальный пантограф (ГГП), штриховальный прибор (ШП), тележка гравировальная малая (МГТ-1), ручки гравировальные (РГ), трафареты металлические (МТ-1), трафареты пластмассовые (ПТ-1), линейки металлические (МЛ), принадлежности линовальные (ЛП-1), точильный комплект (ТК).

Кроме унифицированного набора гравировальных приборов, инструментов и принадлежностей на предприятиях ГУГК применяют гравировальный прибор (ГП-3), усовершенствованный электрический кронциркуль (ЭК-1), электрический прибор для гравирования точек и кружков (ЭГПИ), малый накладной пантограф (МНП).

§ 42. ПРИБОР ДЛЯ ГРАВИРОВАНИЯ ЛИНИЙ (ГПЛ)

Прибор для гравирования линий (рис. 73) предназначен для гравирования прямых и кривых одинарных и параллельных линий различной толщины. Он состоит из стойки в виде дугообразного кронштейна *9* с двумя ножками, опирающимися на

вращающиеся ролики *11*, и шпинделя, внутри которого находится стержень, вращающийся в шарикоподшипниках. На нижнем конце стержня имеется отверстие (гнездо) для закрепления эксцентрического резца *4*, являющегося третьей точкой опоры прибора. Отверстие смещено относительно центра вращения стержня для того, чтобы можно было изменять эксцентриситет резца. По обе стороны эксцентрического отверстия в направлении эксцентриситета нанесены два ориентирных штриха. На оси резца со стороны, диаметрально противоположной его эксцентриситету, также имеется ориентирный штрих. Вставляя ре-

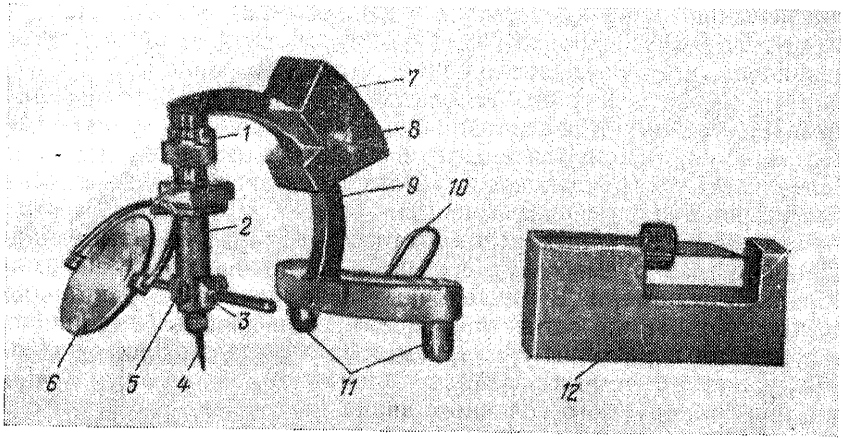


Рис. 73. Прибор для гравирования линий (ГПЛ)

зец в прибор и совмещая нанесенный на нем штрих с большим или малым штрихом на вращающемся стержне, можно установить его в двух положениях: когда направления эксцентриситетов гнезда и резца совпадают или диаметрально противоположны. В первом случае эксцентриситет резца увеличивают, во втором — уменьшают. Больший эксцентриситет придают резцу при гравировании линий, имеющих небольшую кривизну, меньший — при гравировании извилистых линий. Давление на резец задается и регулируется при помощи груза *7*, передвигающегося по стойке прибора. Необходимое положение груза фиксируется стопорным винтом *8*. Кроме того, при гравировании тонких линий груз можно снимать с прибора.

Гравирование прибором можно выполнять как одной, так и двумя руками. При гравировании одной рукой прибор держат за поворотную втулку *2*, в нижней части которой имеется вырез *5*, предназначенный для придерживания вращающегося стержня во время установки в него резца. При работе двумя руками на втулку надевают кольцо с двумя ручками *3*. В случае необходимости на втулке крепится съемная лупа *6* с увеличением 2×. Вверху над втулкой имеется стопорный винт *1*,

предназначенный для закрепления оси при гравировании по линейке или трафарету. При гравировании по лекалу винт переставляют в нижнюю часть втулки для скрепления ее со стержнем. Для установки прибора в нерабочее положение имеется специальная скоба *10,* служащая упором. В комплект прибора входит приспособление *12* для установки упорной гайки резца.

К прибору ГПЛ выпускают четыре набора гравировальных линейных резцов — два основных и два дополнительных.

Наборы резцов ГРЛ-ТО (основной) и ГРЛ-ТД (дополнительный) предназначены для гравирования оригиналов топографических карт масштабов 1 : 10 000—1 : 1 000 000. Наборы резцов ГРЛ-ГО (основной) и ГРЛ-ГД (дополнительный) предназначены для гравирования оригиналов географических (справочных складных) карт. Основные наборы содержат полный комплект резцов и предназначены для общего (бригадного) пользования. В дополнительные наборы входят резцы для наиболее часто встречающихся условных знаков, предназначены для индивидуального пользования.

На всех одинарных резцах стоят размеры, показывающие толщину гравируемых ими линий, а на двойных и тройных — порядковые номера. В упаковочных пеналах против одинарных резцов стоят те же самые размеры, против двойных — порядковые номера и размеры гравируемых ими линий и промежутков между ними, а против тройных — порядковые номера и общая ширина гравируемого условного знака.

Поверка и регулировка прибора

Для того чтобы резец во время гравирования поворачивался во всех направлениях и прорезал линию одинаковой толщины, соответствующую ширине его основания (лезвия), должны быть выполнены следующие условия: 1) оси резца и вращающегося стержня должны быть параллельны и лежать в одной плоскости; 2) основание (лезвие) резца должно быть перпендикулярно к направлению его эксцентриситета, а следовательно, и к направлению его движения; 3) основание резца должно быть заточено симметрично относительно его вертикальной оси; 4) ориентирные штрихи, находящиеся на резце и вращающемся стержне прибора, должны лежать в плоскости, проходящей через их середины в направлении эксцентриситета резца; 5) вращающийся стержень прибора с резцом должен быть перпендикулярен к плоскости гравируемого оригинала.

Выполнение первого условия обеспечивается при изготовлении прибора, когда в стержне растачивается отверстие для резца. При несоблюдении этого требования резец при изменении его эксцентриситета (при повороте его в стержне на 180°) будет двигаться боком и неполностью (одним краем) выбирать гравировальный слой. Исправить этот дефект невозможно — необходимо заново изготовить стержень.

Выполнение второго условия обеспечивается при заточке резцов. При его несоблюдении окончания награвированных линий не будут иметь прямоугольной формы. Этот дефект исправляют перетачиванием резца.

Выполнение третьего условия также обеспечивается при заточке резцов. При его несоблюдении резец во время работы не будет поворачиваться полностью. Это дефект устраняют, вновь затачивая резец или выгибая нижнюю часть его в нужную сторону с последующим затачиванием.

Выполнение четвертого условия обеспечивается при изготовлении резцов и вращающегося стержня прибора. При несоблюдении этого требования резец во время работы будет двигаться боком. Этот дефект устраняют путем нанесения новых ориентирных штрихов.

Выполнение пятого условия достигается путем изменения положения вращающегося стержня прибора в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В направлении, параллельном осям колес, перпендикулярность его достигается изменением высоты одной из опорных ножек прибора за счет изменения длины выступающей части упорных юстировочных винтов, находящихся на осях ножек; в направлении, перпендикулярном к осям колес, — изменением высоты обеих опорных ножек. Высота опорных ножек определяется длиной выступающей части резца, которая устанавливается по специальному приспособлению *12* и фиксируется при помощи упорной гайки резца.

§ 43. ГРАВИРОВАЛЬНЫЙ ПРИБОР (ГП-3)

Гравировальный прибор ГП-3 (рис. 74) предназначен для гравирования прямых и кривых одинарных линий различной толщины. Он состоит из стойки *4*, имеющей вид кронштейна с двумя опорными ножками, заканчивающимися вращающимися роликами *2*, и шпинделя *6*, в который вставляется эксцентрический резец *8*, являющийся третьей точкой опоры прибора. На резце имеется упор *1*, состоящий из опорной гайки и контргайки. Для легкого вращения резцов в шпиндель запрессованы два шарикоподшипника. Давление на резец осуществляется при помощи эксцентрично посаженного на ось груза *5* и регулируется поворотом его вокруг оси.

Для управления резцом во время гравирования на шпиндель надета вращающаяся втулка *7*. С задней стороны основания прибора имеется стержень с шариком *3*, на который опирается прибор в нерабочем положении.

В комплект прибора входит набор одинарных эксцентрических резцов, заточенных в виде стамески, для гравирования линий толщиной от 0,12 до 0,35 мм, эксцентриковый груз и скоба для регулирования упора на резце.

Регулировка прибора осуществляется аналогично регулировке ГПЛ.

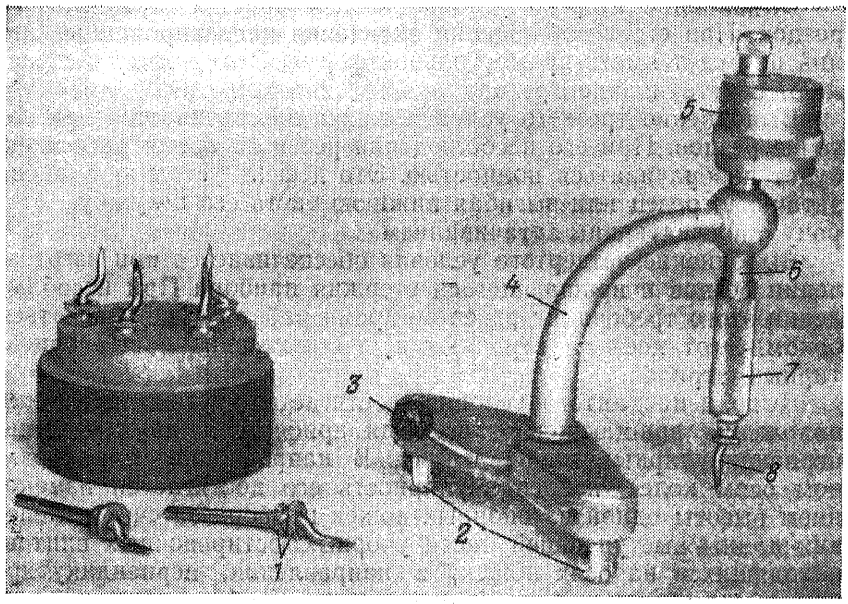


Рис. 74. Гравировальный прибор (ГП-3)

§ 44. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КРОНЦИРКУЛЬ (ЭК)

Электрический кронциркуль (рис. 75) предназначен для гравирования точек, одинарных и двойных кружков и кружков с точкой. Он состоит из кольца *1*, служащего основанием прибора, с прикрепленной к нему стойкой *3*, на которой укреплены узел гравировальной иглы с микроскопом и электродвигатель. С нижней стороны кольца расположены три опорные ножки *2*.

Узел гравировальной иглы содержит вращающийся шпиндель с эксцентриковым устройством, позволяющим смещать резец относительно центра его вращения на 1,5 мм, что дает возможность гравировать окружность диаметром до 3 мм. Для установки резца на нужный диаметр на нижнем конце шпинделя имеется шкала *13* от 0 до 3 мм с ценой деления 0,1 мм, а на втулке — кольцо *12* с отсчетным индексом. На верхнем конце шпинделя укреплена поворотная ручка *8*. Поднимая и поворачивая ее вокруг своей оси, совмещают отсчетный индекс с каким-либо делением шкалы, устанавливая таким образом необходимый диаметр гравируемого кружка или точки. Для ориентирования основания резца по радиусу его вращения на нижней стороне шпинделя и на резце нанесены ориентирные штрихи, которые совмещают при установке резца в прибор.

Резец *14* вместе со шпинделем имеет небольшой вертикальный ход, регулируемый при помощи упорного винта *4*, который на некоторых приборах находится с задней стороны стойки. Вниз это движение происходит под действием пружины *6*,

а вверх — под действием возвратной пружины рычажного устройства. В нерабочем положении резец приподнят над оригиналом под давлением пружины рычага. При нажатии на рычаг *11* действие пружины отключается и шпиндель вместе с резцом опускается под давлением своей пружины, гравируя необходимый условный знак. Давление на резец регулируется с помощью гайки *7*, которая сжимает или разжимает пружину,

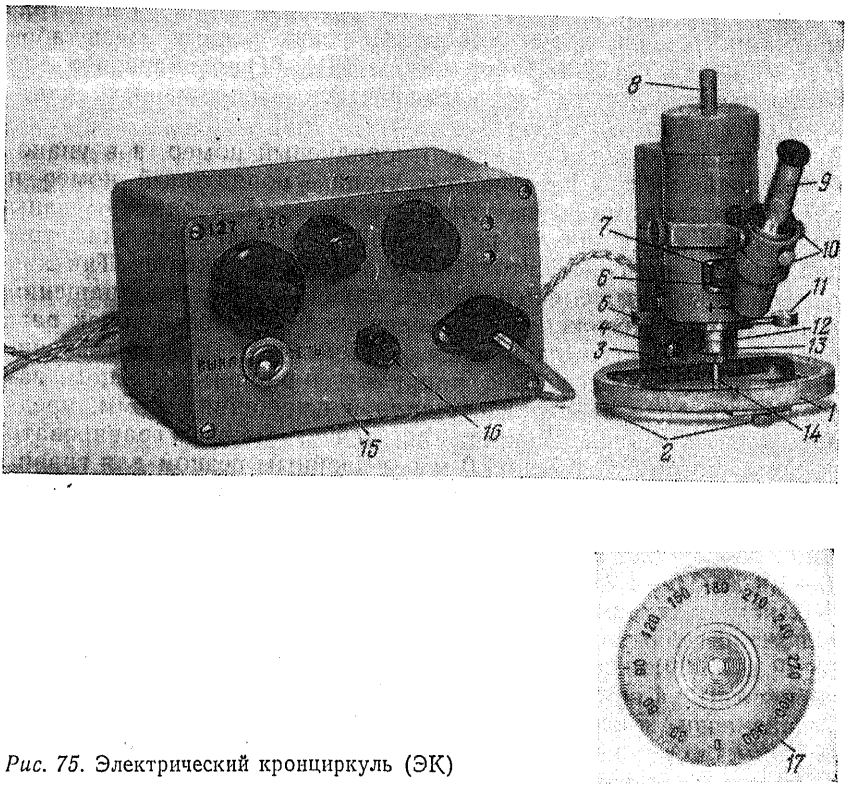


Рис. 75. Электрический кронциркуль (ЭК)

увеличивая или уменьшая ее давление на резец. Направление вращения гайки указано знаками «+» и «—».

Вращение резцу передается через гибкий привод от электродвигателя, укрепленного на стойке прибора. С левой стороны стойки имеется выключатель электродвигателя *5*. Питание на электродвигатель подается от блока *15*, который подключается к электросети переменного тока напряжением 127 или 220 В. На передней панели блока питания имеется ручка *16* для регулирования скорости вращения резца.

Центрирование прибора над гравируемым условным знаком осуществляется с помощью микроскопа *9*, в котором имеется сетка нитей. По горизонтальной и вертикальной линиям сетки

нанесена шкала, используемая для правильного расположения кружков относительно других условных знаков (касание кружками береговой линии, дорог и т. д.), а также для гравирования кружков или точек через определенные интервалы. При гравировании кружков и точек, не требующих точной центровки, центриром служит сам резец.

К прибору выпускается три набора гравировальных круговых резцов — два основных и один дополнительный.

Наборы резцов ГРК-ТО и ГРК-ТД предназначены для гравирования оригиналов топографических карт масштабов 1 : 10 000—1 : 1 000 000. Набор резцов ГРК-ГО предназначен для гравирования оригиналов географических (справочных складных) карт.

На каждом резце указан его порядковый номер, а в упаковочном пенале против каждого резца — порядковый номер и размеры гравируемого им условного знака. Все размеры даны для случая, когда шкала, по которой устанавливают диаметры гравируемых пунсонов, стоит в нулевом положении. Так как резец может быть смещен относительно центра его вращения на 1,5 мм, то возможности гравирования кружков и точек различного диаметра имеющимися в комплекте резцами значительно увеличиваются. Так, например, одинарным резцом, заточенным в виде стамески с шириной основания 0,5 мм, предназначенным для гравирования точек, можно гравировать точки диаметром от 0,5 до 1,0 мм, а двойным резцом для гравирования двойного кружка размером 0,6—1,2 мм (первое число показывает диаметр внутреннего пунсона, второе — диаметр внешнего) можно гравировать двойные кружки размером от 0,6—1,2 до 3,6—4,2 мм.

В комплект прибора, предназначенного для гравирования мелкомасштабных карт, входят два эксцентрических резца (№ 29 и № 30) и палетка *17* для нанесения центров кружков и разбивки их на секторы. Резец № 29 (с эксцентриситетом 3 мм) предназначен для гравирования кружков диаметром от 3 до 9 мм, а резец № 30 (с эксцентриситетом 6 мм) — от 9 до 15 мм. Каждый из этих резцов устанавливают в приборе в двух положениях: когда направления эксцентриситета резца и отверстия для него в шпинделе диаметрально противоположны и когда они совпадают. При первом положении резцом № 29 гравируют кружки диаметром от 3 до 6 мм, а резцом № 30 — от 9 до 12 мм. При втором положении резцом № 29 гравируют кружки диаметром от 6 до 9 мм, а резцом № 30 — от 12 до 15 мм. Для установки резца в первое положение отсчетный индекс поворачивают на 180° относительно нулевого деления шкалы, при этом направление эксцентриситета резца должно совпадать с нулевым делением шкалы. При таком положении резец № 29 будет гравировать кружок диаметром 3 мм, а резец № 30 — 9 мм. При изменении показания шкалы от 3 до 0 будут соответственно изменяться диаметры гравируемых круж-

ков: для резца № 29 — от 3 до 6 мм, а для резца № 30 — от 9 до 12 мм. Для установки резца во второе положение отсчетный индекс совмещают с нулевым делением шкалы, при этом направление эксцентриситета резца должно быть диаметрально противоположно нулевому делению шкалы. В этом случае резец № 29 будет гравировать кружки диаметром 6 мм, а резец № 30—12 мм. Изменяя показания шкалы от 0 до 3, будем соответственно увеличивать диаметры гравируемых кружков от 6 до 9 мм или от 12 до 15 мм.

Палетка применяется при гравировании условных знаков промпунктов. Она представляет собой диск диаметром 35 мм из прозрачного оргстекла. В середине палетки имеется отверстие для нанесения центров кружков, вокруг которого нанесены концентрические окружности, предназначенные для центрирования палетки. По краю палетки нанесены градусные деления от 0 до 360° для разбивки промпунктов на секторы.

Поверка и регулировка прибора

При регулировке электрического кронциркуля проверяют соблюдение следующих условий:

диаметры кружков, гравируемых резцом № 1, должны соответствовать показаниям шкалы;

диаметры точек и кружков, гравируемых каждым резцом при нулевом положении шкалы, должны соответствовать размерам, указанным в укладочном пенале резцов;

ось шпинделя с крепящимся в нем резцом должна быть перпендикулярна к плоскости гравируемого оригинала;

крест нитей должен находиться в центре гравируемых точек и кружков;

пружина, создающая давление на резец, должна обеспечивать полное прорезание гравировального слоя всеми резцами.

Для проверки первого условия шкалу устанавливают в нулевое положение, вставляют в прибор резец № 1 и гравируют им точку, диаметр которой должен быть не более 0,12—0,14 мм. Затем, устанавливая последовательно шкалу на все деления и гравируя кружки, проверяют соответствие диаметров гравируемых кружков показаниям шкалы.

Для проверки второго условия шкалу устанавливают в нулевое положение и производят последовательное гравирование всеми резцами, входящими в комплект прибора, проверяя соответствие диаметров гравируемых точек и кружков размерам, указанным в укладочном пенале резцов. При несоответствии размеров выполняют повторное затачивание резцов.

Для проверки третьего условия гравируют кружок максимального размера, проверяя при этом равномерность выбирания резцом гравировального слоя по всей длине окружности. В случае неравномерного прорезания гравировального слоя выравнивают положение шпинделя, регулируя длину соответствующей опорной ножки.

Четвертое условие проверяют, гравируя точки резцом № 1 (при нулевом положении шкалы) и наблюдая в микроскоп положения креста нитей. В случае несимметричного расположения креста нитей относительно награвированной точки его перемещают в центр точки при помощи юстировочных винтов *10* микроскопа.

Выполнение пятого условия проверяют, гравируя кружки и точки самым тонким и самым широким резцами, входящими в данный комплект. Резцы должны полностью выбирать гравировальный слой, не повреждая основы. При несоблюдении этого условия производят замену пружины.

§ 45. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КРОНЦИРКУЛЬ (ЭК-1)

Усовершенствованный электрический кронциркуль (рис. 76) имеет то же назначение, что и прибор ЭК. Он состоит из опорной стойки *1* в виде кольца с тремя ножками, несущей узел гравировальной иглы и электродвигатель *2*.

Узел гравировальной иглы содержит вращающийся шпиндель с эксцентриковым устройством *3*, втулку *4* для опускания и подъема шпинделя с резцом *5* и устройства *10, 11* для регулирования вертикального хода шпинделя.

Эксцентриковое устройство позволяет смещать крепящийся в шпинделе резец относительно центра его вращения на 1,5 мм и, таким образом, гравировать окружности диаметром до 3 мм. Для установки резца на нужный диаметр гравируемого кружка или точки служат шкала *6* от 0 до 3 мм с ценой деления 0,1 мм, отсчетный индекс *7* и фиксатор *8*. Нажимая на фиксатор, закрепляют шпиндель и, поворачивая эксцентриковое устройство вокруг своей оси, совмещают отсчетный индекс с соответствующим делением шкалы. Установка резца в прибор производится так же, как и в ЭК.

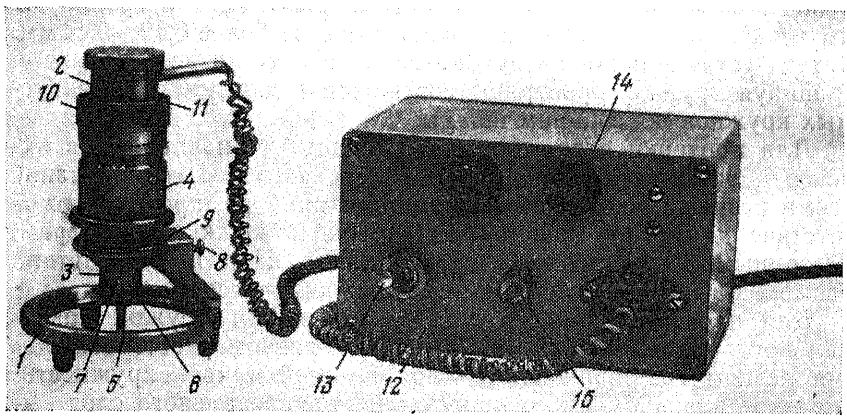


Рис. 76. Усовершенствованный электрический кронциркуль (ЭК-1)

Вращение шпинделя осуществляется от электродвигателя *2*. Опускается шпиндель с резцом при нажатии на втулку *4*, а поднимается с помощью возвратной пружины *9*. Глубина погружения резца в гравировальный слой регулируется гайкой *10*, на которой нанесены знаки «+» и «—». Вращая гайку в сторону «+», глубину погружения увеличивают, в сторону «—» — уменьшают. Величина вертикального хода шпинделя с резцом регулируется гайкой *11*. Давление на резец производится от руки.

Питание на электродвигатель подается от блока *12*, который подключается к электросети переменного тока напряжением 127 или 220 В. На передней панели блока питания расположены выключатель *13*, переключатель напряжения *14* и ручка *15* для регулирования скорости вращения резца.

Электрический кронциркуль ЭК-1 может изготавливаться в двух вариантах: без микроскопа и с микроскопом. В первом случае прибор центрируется над гравируемым условным знаком с помощью резца, во втором — с помощью сетки нитей микроскопа.

Поверка и регулировка прибора выполняются так же, как электрического кронциркуля (ЭК).

§ 46. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИБОР ДЛЯ ГРАВИРОВАНИЯ ТОЧЕК И КРУЖКОВ (ЭГПИ)

Электрический прибор для гравирования точек и кружков (рис. 77) состоит из подставки *1*, несущей шпиндель *4* с резцом. Для свободного перемещения его по оригиналу в ножках подставки вставлены вращающиеся шарики.

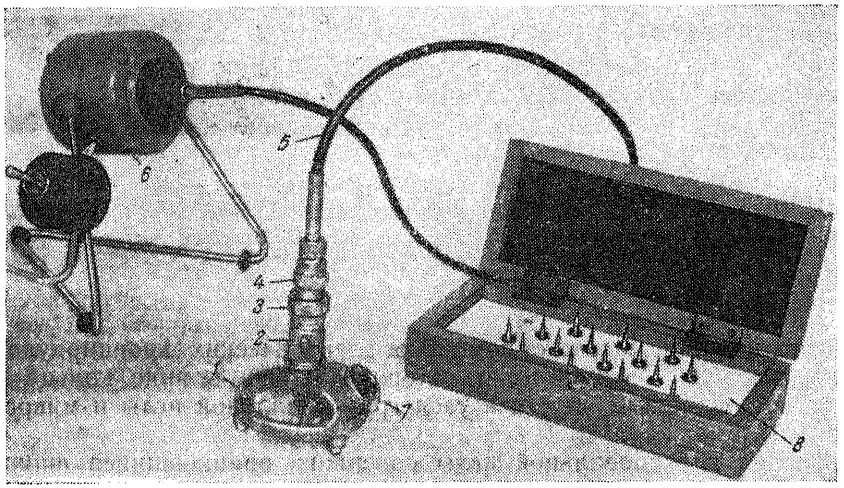


Рис. 77. Электрический прибор для гравирования точек и кружков (ЭГПИ)

Вращение шпинделю передается через гибкий привод *5* от электродвигателя переменного тока *6*. Гравирование осуществляется нажатием руки на втулку *2*, при этом шпиндель с резцом опускается вниз и гравирует точку или кружок. Поднимается он с помощью пружины. Глубина погружения резца в гравировальный слой регулируется гайкой *3*, на которой нанесены знаки «+» и «—». Вращая гайку в сторону «+», глубину погружения увеличивают, при вращении в сторону «—» — уменьшают. Прибор имеет лупу *7* с шестикратным увеличением.

В комплект прибора входит набор резцов *8*.

§ 47. РУЧНОЙ КРОНЦИРКУЛЬ (КР)

Ручной кронциркуль (рис. 78) предназначен для гравирования одинарных кружков разного диаметра, главным образом свыше 3 мм с утолщенными линиями, а также отдельных частей круга,

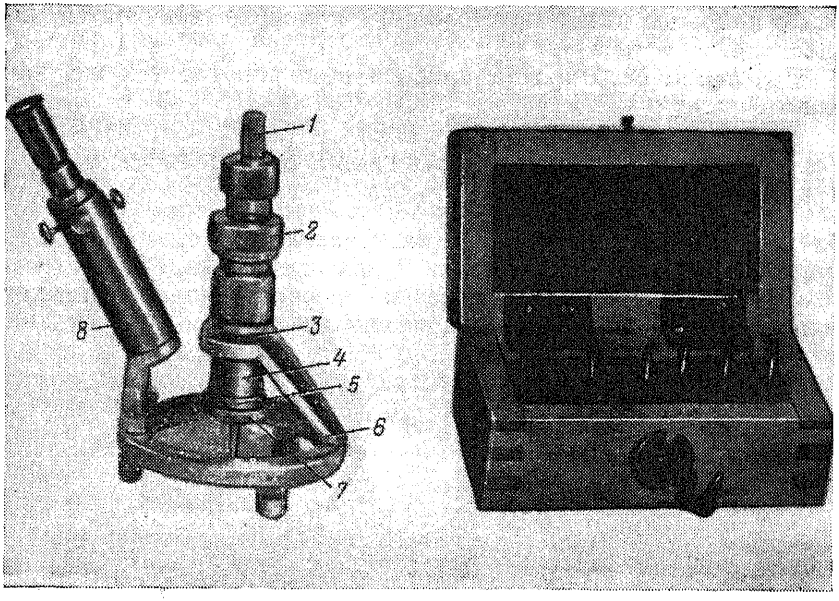


Рис. 78. Ручной кронциркуль (КР)

выполнение которых с помощью электрических кронциркулей невозможно. Он состоит из опорной стойки в виде кольца *6* с тремя ножками, несущей узел гравировальной иглы и микроскоп *8*.

Узел гравировальной иглы содержит вращающийся шпиндель *4* с эксцентриковым устройством, ручку *1* для вращения и опускания шпинделя с резцом, гайку *2* для регулирования

глубины погружения резца в гравировальный слой и возвратную пружину *3*.

Эксцентриковое устройство со шкалой *5* для установки резца на нужный диаметр гравируемого кружка аналогично примененному в электрических кронциркулях ЭК и ЭК-1.

Гравирование кружков диаметром более 3 мм производится эксцентрическими резцами, установка которых на необходимый диаметр осуществляется с помощью шкалы так же, как в электрическом кронциркуле ЭК, с той лишь разницей, что поворот эксцентрика выполняют за нижний конец шпинделя, имеющий накатку *7*.

В комплект прибора входит набор одинарных резцов для гравирования кружков диаметром до 15 мм с толщиной линии от 0,12 до 0,8 мм.

Поверка и регулировка прибора выполняются так же, как электрического кронциркуля.

§ 48. ПРИБОР ДЛЯ ГРАВИРОВАНИЯ СТРОЕНИЙ (ГПС)

Прибор для гравирования строений (рис. 79) предназначен для гравирования условных знаков строений при подготовке к изданию оригиналов топографических карт. Он состоит из

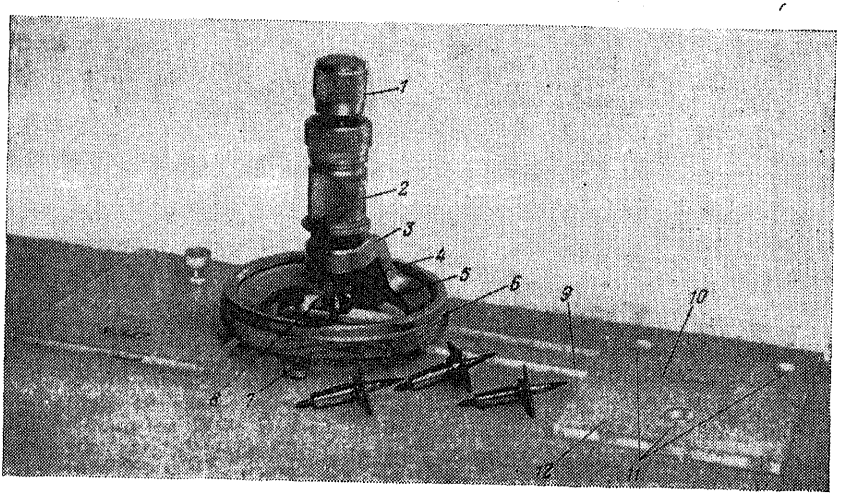


Рис. 79. Прибор для гравирования строений (ГПС)

стойки, несущей шпиндель *4* с резцом. Стойка представляет собой кронштейн *3*, соединенный гайкой *6* с основанием в виде кольца с тремя опорными ножками *7*. На кронштейне и на основании имеются призматические направляющие с шариками и регулирующее устройство, состоящее из ограничителя и упора с лимбом *5*.

Гравирование осуществляется путем нажатия вниз на втулку *2* и горизонтального перемещения кронштейна по призматическим направляющим. Величина перемещения резца, определяющая длину гравируемого строения, устанавливается путем поворота лимба на нужное деление (0,6; 0,8; 0,9; 1,2 мм). Ширина гравируемых строений определяется шириной резца. Давление на резец осуществляется от руки.

В комплект прибора входят: линейка *12* для ориентирования резца в приборе и гравирования кварталов и четыре резца, заточенные в виде стамески, шириной 0,4; 0,5; 0,6; 0,8 мм.

Для ориентирования резца в приборе ножки последнего устанавливают в отверстия *11* на линейке, ориентируют фланец резца *8* по штриху *10* и закрепляют шпиндель стопорной гайкой *1*.

При гравировании в квартале строений, имеющих одинаковую ориентировку, две ножки прибора устанавливают в прорезь *9*, что обеспечивает параллельное перемещение резца при смещении прибора вдоль линии квартала.

§ 49. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ГРАВИРОВАЛЬНЫЙ ПАНТОГРАФ (ГГП)

Горизонтальный гравировальный пантограф (рис. 80) предназначен для гравирования фигурных условных знаков, численных характеристик и оцифровки горизонталей. Он состоит из основания *13*, системы рычагов *3* с полюсом и опорной ножкой *10*, узла гравировальной иглы, узла обводной иглы *7*.

Основание *13* представляет собой прямоугольную плиту из прозрачного органического стекла, с нижней стороны которой нанесены ориентирные линии. Для перемещения прибора на его основании имеются две ручки *8*. Вырез *14* в левой части основания открывает полезную площадь для гравирования.

Лекало *11* ограничивает перемещение обводной иглы в пределах площади шаблона и предохраняет визир от ударов о края выреза. В основании прибора имеется поперечный паз с шестью юстировочными винтами и прижимом, предназначенными для установки металлических шаблонов *9*.

Система рычагов *3* представляет собой шарнирно связанный параллелограмм, закреплена в полюсе *2*, служит для уменьшения в 4 раза условных знаков и цифр, награвированных на металлических шаблонах. Опорная ножка *10* поддерживает систему рычагов.

Узел гравировальной иглы состоит из вертикальной направляющей, гравировальной иглы с грузом, ориентирующего устройства, визира, съемной лупы и рычага с пружиной. Вертикальная направляющая представляет собой запрессованную в подшипники втулку с цангами на обоих концах для устранения люфтов гравировальной иглы. Груз *5* обеспечивает необходимое давление на иглу; перемещая груз и фиксируя его по-

ложение контргайкой *4*, можно установить необходимый зазор между гравировальной иглой и пластиком в нерабочем положении. Ориентирующее устройство, представляющее собой систему рычагов, связанных шарнирами в два параллелограмма, предназначено для фиксации в одном положении визира и лупы *12*. Визир предназначен для точного ориентирования гравируемых знаков на оригинале и представляет собой марку из оргстекла, укрепленную на рычаге, при вращении которого вокруг оси происходит подъем или опускание марки. Положение съемной лупы можно изменять в зависимости от зрения исполнителя. Рычаг *6* с пружиной предназначен для поддерживания гравировальной иглы с грузом в нерабочем положении.

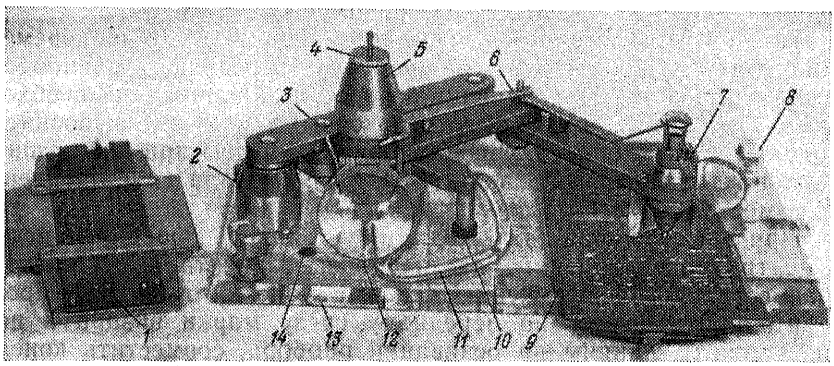


Рис. 80. Горизонтальный гравировальный пантограф (ГГП)

Узел обводной иглы *7* служит для обведения условных знаков и цифр на металлических шаблонах. Он состоит из составной втулки, на обоих концах которой имеются цанги, кнопки с двумя направляющими, обводной иглы с двумя пружинами и ручки из оргстекла. Цанги устраняют люфт обводной иглы. Кнопка с двумя направляющими служит для опускания сначала обводной иглы, а затем — гравировальной иглы с грузом. Пружины поддерживают обводную иглу и кнопку в нерабочем положении и обеспечивают последовательное опускание обводной и гравировальной игл. Ручка из оргстекла служит в качестве опоры обводной системы, а также для перемещения обводной иглы по шаблону.

В комплект прибора входят две гравировальные иглы с грузом, сменный груз и лупа.

К прибору ГГП выпускаются следующие металлические шаблоны:

шаблон условных знаков местных предметов (ШМП-10) для топографических карт масштаба 1 : 10 000,

шаблон условных знаков местных предметов (ШМП-25) для топографических карт масштаба 1 : 25 000,

шаблон условных знаков местных предметов (ШМП-50) для топографических карт масштабов 1 : 50 000—1 : 1 000 000,

шаблоны условных знаков растительного покрова (ШРП) — 3 шт.,

шаблон реечный цифровой (ШРЦ-1,3) для гравирования цифр высотой 1,3 мм шрифтом $Т_2$-131,

шаблон реечный цифровой (ШРЦ-1,7) для гравирования цифр высотой 1,7 мм шрифтом $Т_2$-131.

Перед гравированием прибор необходимо подготовить к работе. Поставив пантограф на оригинал, вставляют в него гравировальную иглу с грузом, устанавливают необходимый зазор между острием иглы и поверхностью оригинала, затем устанавливают лупу так, чтобы в нее отчетливо были видны конец гравировальной иглы и абрисный рисунок.

После этого вставляют шаблон, закрепляют его и, перемещая ручку обводной иглы по шаблону, определяют равномерность ее касания. При наличии зазоров и заклиниваний необходимо отпустить прижим и юстировочными винтами выровнять положение шаблона, добиваясь при этом, чтобы при небольших наклонах пантографа обводная игла не сходила с установленного места.

При гравировании необходимо установить обводную иглу в центр условного знака на шаблоне, сориентировать пантограф согласно расположению данного знака на оригинале, проверить ориентировку по переднему срезу марки визира и по ориентирным линиям на основании прибора, совместить конец гравировальной иглы с центром знака, проверяя центрировку путем плавного опускания иглы. Нажав на кнопку обводной иглы, обводят контур условного знака и производят, если нужно, выборку гравировального слоя внутри знака.

Численные характеристики, выраженные в виде обыкновенной или десятичной дроби, гравируют с помощью подвижного цифрового шаблона, находящегося в нижней части шаблона топографических условных знаков. Внизу, против середины каждой цифры, нанесены ориентирные риски, а на нижней грани гнезда цифрового шаблона нанесена шкала, служащая для последовательного набора чисел с необходимым интервалом между цифрами. Короткие штрихи шкалы служат для набора чисел, содержащих единицу. После установки каждой цифры на необходимый штрих шкалы положение шаблона фиксируют поворотом рычага.

Оцифровку горизонталей, изобат и гравирование других численных характеристик, не содержащих обыкновенную или десятичную дробь, осуществляют с помощью цифрового — реечного шаблона 1, на котором сразу устанавливают необходимое число.

Ввиду того что цифры имеют утолщенные элементы, обводить их приходится несколько раз по внешней и внутренней стороне.

§ 50. МАЛЫЙ НАКЛАДНОЙ ПАНТОГРАФ (МНП)

Малый накладной пантограф (рис. 81) имеет то же назначение, что и прибор ГГП, за исключением возможности гравирования им численных характеристик, выражающихся в виде обыкновенной дроби. Он состоит из основания *7*, системы рычагов *2*, ориентирующего устройства *10*, гнезда *4* для крепления шаблонов, узла обводной иглы *3* и узла гравировальной иглы *8*.

Основание *7* представляет собой металлическую плиту с круглым отверстием для ориентирующего устройства *10* и двумя ручками *9* для перемещения прибора.

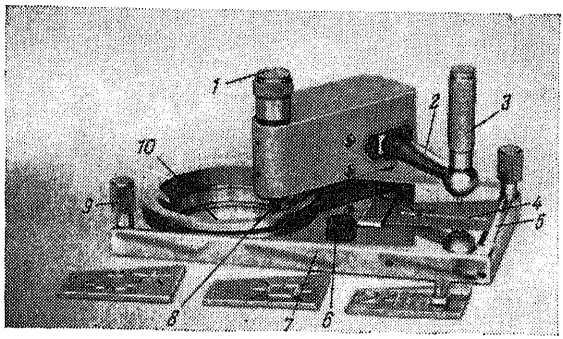


Рис. 81. Малый накладной пантограф (МНП)

Система рычагов *2* обеспечивает постоянное 5^x уменьшение условных знаков и цифр, награвированных на металлических шаблонах.

Ориентирующее устройство представляет собой пластинку из оргстекла с прямоугольным вырезом для свободного перемещения гравировальной иглы. С нижней стороны пластины нанесена прямоугольная сетка, предназначенная для ориентирования прибора.

Гнездо для крепления шаблонов представляет собой углубление трапециевидной формы, фиксация шаблонов в котором осуществляется при помощи прижимной планки *5*. При нажатии на кнопку *6* прижимная планка отходит и шаблон выталкивается из гнезда пластиной, прикрепленной к пружине.

Назначение узлов обводной и гравировальной игл то же, что и в приборе ГГП. Давление на гравировальную иглу регулируется с помощью пружины при вращении гайки *1*.

В комплект прибора входят: набор шаблонов условных знаков и цифр, кассеты для набора чисел, запасные гравировальные и обводные иглы.

Гравирование условных знаков осуществляется так же, как и прибором ГГП.

§ 51. ШТРИХОВАЛЬНЫЙ ПРИБОР (ШП)

Штриховальный прибор (рис. 82) предназначен для гравирования болот, солончаков и других условных знаков, изображающихся прямыми параллельными линиями. Он состоит из прямоугольного основания *1* в виде рамки, на которой нанесены штрихи для ориентирования прибора. В левой части основания по призматической направляющей перемещается штанга *6*, соединенная под прямым углом с направляющей каретки резцедержателя *2*. Перемещение штанги через определенные интервалы осуществляется при помощи специального устройства пу-

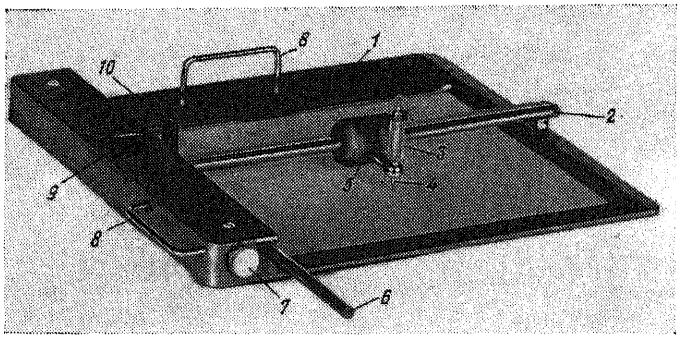


Рис. 82. Штриховальный прибор (ШП)

тем нажатия на клавишу *9*. Интервалы между гравируемыми линиями устанавливают по головке винта *7*, на которой нанесены деления от 0,5 до 1,0 мм с интервалом через 0,1 мм. Произвольное перемещение штанги производится вручную за ручку *10*.

Гравирование выполняют при помощи резца *4*, установленного на подвижной каретке *5*. Резец имеет специальную заточку, позволяющую гравировать линии в обоих направлениях. Опускают резец, нажимая на втулку *3*, давление производится от руки. В исходное положение резец поднимается под действием возвратной пружины, расположенной внутри втулки. Перемещение прибора производят за две ручки *8*, укрепленные на его основании.

В комплект прибора входят два одинаковых резца.

§ 52. ГРАВИРОВАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Ручки гравировальные (РГ) (рис. 83) предназначены для гравирования тонких линий (горизонталей, изобат и др.), линий с небольшим утолщением (истоков рек, промоин и др.), а также

для работы по линейкам и трафаретам. Они выпускаются двух видов: ручка с прямым держателем гравировальной иглы (РГП) и ручка гравировальная цанговая (РГЦ).

Трафареты металлические (МТ-1) (рис. 84, *а*) предназначены для гравирования на оригиналах карт условных знаков, изображающихся линейными пунктирами (границ, полевых и лесных дорог и т. д.). Они представляют собой металлические пластинки с прорезями на краях. Длина прорезей и промежутков между ними соответствует размерам гравируемых условных

Рис. 83. Ручки гравировальные (РГ)

знаков. На каждом трафарете обозначены масштаб карты и номер условного знака, для гравирования которого он предназначен.

Трафареты пластмассовые (ПТ-1) предназначены для гравирования на оригиналах карт одиночных и площадных условных знаков, изображающихся простыми геометрическими фигурами. Они представляют собой прозрачные пластмассовые

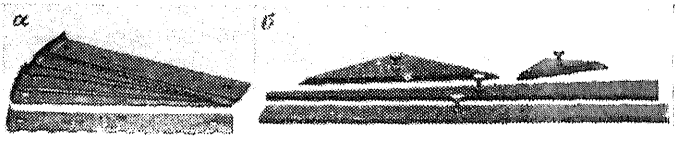


Рис. 84. Трафареты металлические (МТ-1) *(а)*, линовальные принадлежности (ЛП-1) *(б)*

пластинки с выбитыми в них произвольно или по определенной разграфке отверстиями соответствующей формы и размеров согласно гравируемым при помощи них условным знакам.

Принадлежности линовальные (ЛП-1) (рис. 84, *б*) предназначены для выполнения различных разграфок и штриховальных работ. В комплект линовальных принадлежностей входят пропорциональные линейки и два прямоугольных равнобедренных треугольника с катетами 50 и 100 мм.

Линейки металлические (МЛ) предназначены для гравирования прямых линий на оригиналах карт (километровой и географической сеток, рамок и др.). Они изготавливаются двух видов: линейка большая размером 4,5×1200 мм и линейка малая размером 4,5×600 мм.

Тележка гравировальная малая (МГТ-1) (рис. 85) предназначена для гравирования по металлическим трафаретам и

линейке одинарных и параллельных линий различной толщины. Она состоит из корпуса *1*, опирающегося на два шарикоподшипника *2*, и резцедержателя *3*, в котором неподвижно крепится резец *4* от прибора ГПЛ.

Точильный комплект (ТК) (рис. 86) предназначен для заточки резцов к приборам ГПЛ, ЭК, ЭК-1, ЭГПИ, ГПС. Он содержит прямоугольную точильную панель *1* размером 120×150 мм с вмонтированными в нее алмазной и стеклянной плитками, точильно-гравировальный инструмент *2*, две оси с колесами (малая — для заточки резцов, большая — для гравирования по линейке) и патрон с алмазной пастой. Оси имеют эксцентриковое устройство, предназначенное для установки

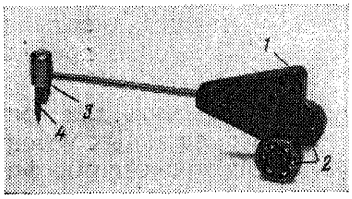


Рис. 85. Тележка гравировальная малая (МГТ-1)

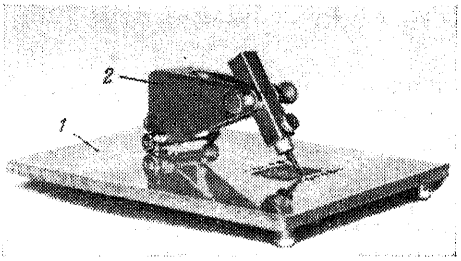


Рис. 86. Точильный комплект (ТК)

резца перпендикулярно к поверхности панели в направлении, параллельном оси колес.

Точильная панель позволяет производить заточку и доводку гравировальных резцов как при помощи точильно-гравировального инструмента, так и вставленных в приборы ГПЛ, ГП-3, ЭК, ЭК-1, ЭГПИ, ГПС.

Глава 15.
МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ГРАВИРОВАНИЯ ОРИГИНАЛОВ КАРТ

§ 53. ГРАВИРОВАНИЕ ОРИГИНАЛОВ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

Прежде чем приступить к гравированию оригиналов карт, необходимо проверить размеры внутренней рамки абрисного рисунка, полученного на гравировальном слое. Во избежание механического повреждения и преждевременного старения гравировального слоя перед гравированием оригинал необходимо закрыть бумагой, оставив открытым участок, на котором в дан-

ный момент производится работа. Оригинал необходимо предохранять от прямого солнечного света и от нагревания осветительными лампами. Не допускается также хранение оригиналов вблизи отопительных систем.

Гравирование оригиналов карт начинают с разбивки углов рамок трапеции на оригинале контура с помощью измерительной линейки (типа МШ1Р) и иголки (наколки). По углам делают наколы, по которым, используя измерительную линейку и лупы, сначала иглой гравируют небольшие кресты (1—2 мм), а затем проводят рамку трапеции. Далее углы рамки трапеции переносят на оригиналы, предназначенные для гравирования гидрографии и рельефа.

Элементы содержания оригиналов карт гравируют в следующей последовательности: гидрография, контурная нагрузка, рельеф. Однако в зависимости от физико-географических особенностей картографируемой территории, сроков создания карты и других причин гравирование можно вести одновременно на нескольких оригиналах или в иной последовательности.

Оригинал гидрографии гравируют в следующей последовательности:

урезы воды, молы, причалы и другие условные знаки, прерывающие береговую линию и печатаемые синей краской, источники (ключи, родники);

береговая линия морей, озер и других водоемов;

реки и каналы, изображаемые в две линии;

реки и каналы, изображаемые в одну линию;

прочие элементы, относящиеся к гидрографии;

изобаты.

Знаки отметок урезов вод гравируют приборами ЭК, ЭК-1 или ЭГПИ.

Знаки молов и причалов гравируют по линейке соответствующими резцами, вставленными в МГТ-1, ГПЛ или гравировальную ручку.

Техника гравирования береговой линии морей, озер и других водоемов зависит от толщины линии. Береговую линию толщиной 0,1 мм можно гравировать как иглой с острой конической заточкой, вставленной в гравировальную ручку, так и резцом, заточенным в виде стамески, вставленным в ГПЛ или ГП-3. Чтобы толщина линии была одинаковой, ручку необходимо держать вертикально или с небольшим наклоном. При этом давление на иглу должно быть равномерным.

Береговую линию толщиной 0,15 мм и более гравируют резцами, заточенными в виде стамески, вставленными в ГПЛ или ГП-3.

Береговую линию, изображаемую пунктиром, гравируют сплошной линией, а затем пером с тушью заливают промежутки между штрихами, используя при этом палетку.

Условный знак обрывистых берегов гравируют иглой с острой конической заточкой, вставленной в гравировальную ручку.

Вначале гравируют береговую линию, а затем зубчики, причем их гравируют за один прием, не отнимая руки. Если внутри зубчика остался слой, то его выбирают в каком-нибудь одном направлении — к вершине или основанию. Нельзя выбирать слой круговыми движениями, так как можно испортить рисунок знака. Зубчики должны быть перпендикулярны к береговой линии и располагаться равномерно.

Реки, изображаемые двумя линиями, гравируют так же, как береговую линию морей и озер. Реки, изображаемые параллельными линиями, гравируют двойными резцами. Каналы, изображаемые двумя параллельными линиями, гравируют по обычной линейке двойными резцами, вставленными в МГТ-1 или ГПЛ. Кроме того, такие каналы можно гравировать иглой с острой конической заточкой, вставленной в гравировальную ручку, с применением пропорциональных линеек.

Прежде чем приступить к гравированию рек, изображаемых в одну линию, их необходимо разбить по толщине на участки. Сначала гравируют главные реки, а затем притоки. Такой порядок необходим для того, чтобы правильно отразить соподчиненность рек и обеспечить хорошее слияние линий. Реки толщиной до 0,15 мм гравируют иглой с круглой заточкой, вставленной в ручку. Равномерное утолщение рек достигается путем постепенного увеличения давления на иглу. Реки толщиной свыше 0,15 мм гравируют резцами, вставленными в ГПЛ или ГП-3. Постепенное утолщение рек в данном случае достигается сменой резцов, которую лучше выполнять в местах пересечения рек с другими элементами или при слиянии рек. Разрывы или узлы, образующиеся в результате смены резцов, исправляют иглой с острой конической заточкой.

Каналы, изображаемые одинарной линией толщиной 0,1 мм, гравируют по линейке иглой с острой конической заточкой, вставленной в ручку, а при толщине линий свыше 0,1 мм — резцом, заточенным в виде стамески, вставленным в МГТ-1, ГПЛ или ГП-3. Каналы, изображаемые точечным пунктиром, гравируют приборами ЭК, ЭК-1 или ЭГПИ, сделав предварительную разграфку карандашом, а каналы, изображаемые линейным пунктиром, гравируют по трафаретам. Условный знак набережных выполняют соответствующими резцами, вставленными в ручку, ГПЛ или ГП-3; при гравировании поперечных штрихов применяют трафарет.

Знаки ключей, родников, колодцев с ветряным двигателем, гейзеров, оборудованных источников и фонтанов гравируют пантографами ГГП или МНП, а знаки главных колодцев в степных и пустынных местностях, обычных и артезианских колодцев — электрическим кронциркулем. Знак водохранилищ и дождевых ям, не выражающихся в масштабе карты, гравируют по трафаретам. Знак водопровода гравируют за два приема: вначале иглой с острой конической заточкой проводят линию, а затем с помощью ЭК, ЭК-1 или ЭГПИ делают точки. При

гравировании знаков подземных водопроводов применяют трафарет. У кяризов в первую очередь гравируют пунсоны, а затем линейные элементы по трафаретам. Волноломы и буны гравируют по линейке ручкой, МГТ-1, ГПЛ или ГП-3.

Знаки болот и солончаков гравируют штриховальным прибором. Небольшие участки этих условных знаков можно гравировать иглой с острой конической заточкой, вставленной в ручку, с применением пропорциональных линеек.

Остальные элементы гидрографии, рисунок которых аналогичен рассмотренным выше условным знакам, гравируют теми же способами.

Подписи изобат и отметки глубин гравируют пантографом. Остальные надписи (названия морей, озер, рек и др.) выполняют на оригинале подписей.

Оригиналы контура гравируют в следующей последовательности:

внутренняя и внешняя рамки,

координатная сетка,

опорные пункты, отметки высот,

элементы гидрографии и гидротехнические сооружения, печатаемые черным цветом,

железные дороги и сооружения при них,

населенные пункты,

промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты,

шоссейные и грунтовые дороги, тропы,

границы и ограждения,

элементы рельефа, печатаемые черным цветом,

растительный покров и грунты.

Перед гравированием рамки делают наколы вершин ее углов.

Внутреннюю рамку и координатную сетку гравируют по металлической линейке иглой с острой конической заточкой, вставленной в гравировальную ручку. Внешнюю рамку можно гравировать несколькими способами. При наличии прибора для гравирования рамки и соответствующего резца минутную и утолщенную рамки можно гравировать за один прием. Внешнюю рамку можно гравировать также резцом, вставленным в ГПЛ или МГТ-1, при этом основание (лезвие) резца должно располагаться перпендикулярно к краю линейки. Для более удобного гравирования рамки малой гравировальной тележкой стержень, несущий резцедержатель, следует изогнуть таким образом, чтобы края резца и одного опорного шарикоподшипника лежали на одной линии. Утолщенную внешнюю рамку можно гравировать гравировальной ручкой. Для этого вначале иглой с острой конической заточкой гравируют внешние контуры, а затем резцом, заточенным в виде стамески, выбирают слой между линиями, при этом ширина резца должна быть на 0,05—0,1 мм меньше общей ширины рамки.

При разбивке минутных и секундных делений применяют специальную прозрачную палетку, которую подкладывают под оригинал. Крайние боковые линии палетки совмещают с внутренними линиями рамки карты, после чего производят разбивку минут и секунд. При разбивке километровой сетки вначале при помощи масштабной линейки и измерителя откладывают крайние ориентиры (километры), а затем подкладывают под оригинал палетку с километровой сеткой, совмещают ее с нанесенными ориентирами и производят разбивку. При отсутствии палетки разбивку всей километровой сетки можно производить при помощи масштабной линейки и измерителя.

Все знаки опорных пунктов гравируют при помощи пантографов ГГП или МНП или трафаретов. При этом для правильного ориентирования гравируемых знаков относительно рамки карты под оригинал необходимо подкладывать палетку, представляющую собой ряд параллельных линий.

Для гравирования знаков скалистых берегов применяют две иглы с острой и круглой конической заточкой, вставляемые в гравировальные ручки. Тонкие штрихи прорезают иглой с острой конической заточкой, а более толстые и штрихи с утолщением — иглой с круглой заточкой.

Знак мест скопления плавника гравируют по трафарету.

Условные знаки, имеющие сложный рисунок, такие как мосты, не выражающиеся в масштабе карты, водомерные посты и футштоки, плотины, чириги, якорные стоянки и пристани без оборудованных причалов, пристани с оборудованными причалами, не выражающиеся в масштабе карты, камни подводные и надводные, маяки, огни, постоянные знаки береговой речной сигнализации, имеющие значение ориентиров, железнодорожные станции, разъезды, платформы, семафоры и другие, гравируют при помощи пантографа.

Знаки, редко встречающиеся на топографических картах, такие как банки малого размера, скалы надводные, плавучие маяки и плавучие огни, светящиеся буи, сухие доки, эллинги, слипы, наклеивают.

Знаки разобранных железных дорог, фуникулеров и бремсбергов гравируют двойными резцами, вставленными в ГПЛ. Шашечки на прямолинейных участках условных знаков фуникулеров и бремсбергов выбирают по трафаретам резцом, заточенным в виде стамески, причем ширину резца берут на 0,05—0,1 мм меньше ширины дороги с тем, чтобы резец выбирал слой только в пределах линий, ограничивающих дорогу. На криволинейных участках производят предварительную разграфку шашечек, которые затем выбирают при помощи ГПЛ.

Знаки блокпостов и путевых постов можно гравировать несколькими способами: при помощи прибора для гравирования строений, металлических и пластмассовых трафаретов.

В первом случае ширина условного знака определяется шириной резца, а длина устанавливается по лимбу прибора.

Во втором случае берут резец, заточенный в виде стамески, ширина основания которого соответствует ширине условного знака, вставляют в прибор для гравирования линий с закрепленным вращающимся стержнем или в малую гравировальную тележку и при помощи металлического трафарета гравируют необходимый знак.

В третьем случае гравирование производят за два приема. Вначале иглой с острой конической заточкой, вставленной в гравировальную ручку, оконтуривают знак строения и, не отнимая трафарета, резцом, заточенным в виде стамески, выбирают слой внутри него. Чтобы резец не выходил за края оконтуренного участка и не повредил трафарет, ширину резца берут на 0,05—0,1 мм меньше ширины условного знака строения.

Знаки депо, вокзалов, выражающихся в масштабе карты, гравируют по линейке резцом, заточенным в виде стамески, при этом ширина резца должна соответствовать ширине условного знака. Если ширина условного знака больше ширины самого большого резца, то его вначале оконтуривают иглой с острой конической заточкой, а затем резцом, заточенным в виде стамески, за несколько приемов выбирают слой внутри знака.

Населенные пункты, изображаемые кварталами, гравируют в такой последовательности: объекты, имеющие значение ориентиров (промышленные объекты, сооружения башенного типа, церкви и др.), главные улицы, прочие улицы и проезды, постройки в кварталах.

Выдающиеся огнестойкие строения, отдельно расположенные дворы, разрушенные и полуразрушенные строения, имеющие значение ориентиров и не выражающиеся в масштабе карты, церкви, часовни, мечети, стоянки юрт, чумов, промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты гравируют пантографом.

Прямолинейные улицы в населенных пунктах гравируют иглой с острой конической заточкой, с применением пропорциональных линеек. Кроме того, их можно гравировать двойными резцами, вставленными в прибор для гравирования линий или малую гравировальную тележку. Если улицы непрямолинейны и не выражаются в масштабе карты, то их гравируют двойными резцами, вставленными в ГПЛ.

После того как кварталы награвированы, гравируют жилые и нежилые строения внутри них так же, как знаки блокпостов.

Перед гравированием условных знаков линий связи, линий электропередач, газопроводов, нефтепроводов, подводных и подземных кабелей, линий разведочных геологических шурфов делают разграфку карандашом.

Условные знаки шоссейных и грунтовых дорог гравируют последовательно от высшего класса к низшему. Рекомендуется сначала гравировать криволинейные участки дорог, а затем прямолинейные. При слиянии двух дорог необходимо обращать

внимание на то, чтобы линии подводимой дороги не пересекали ранее награвированный рисунок.

Прямолинейные участки дорог, изображающихся пунктирными линиями, гравируют по трафаретам приборами ГПЛ при закрепленном вращающемся стержне или малой гравировальной тележкой.

Знак дороги с деревянным покрытием гравируют за два приема: вначале гравируют контур дороги двойным резцом, а затем поперечные штрихи иглой с острой конической заточкой с применением пропорциональных линеек.

При гравировании знака лотков для спуска леса и других материалов делают предварительную разграфку карандашом и используют пластмассовые трафареты.

Знаки государственных границ и границ административного деления гравируют соответствующими резцами, вставленными в ГПЛ, ГП-3 или МГТ-1. Прямолинейные участки границ гравируют по металлическим трафаретам. При гравировании границ с подсечками вначале проводят линию границы, затем трафарет смещают вниз и по вертикальным сторонам выреза трафарета проводят подсечки. Точки для границ гравируют электрическими кронциркулями или ЭГПИ. Если между штрихами границ расположено по одной точке, то их ставят на глаз, если же больше, тогда трафарет смещают вниз и против вертикальных штрихов ставят метки, по которым гравируют точки. Криволинейные участки границ предварительно размечают карандашом при помощи трафарета или ставят мелкие наколы, а затем гравируют при помощи приборов ГПЛ или ГП-3. При гравировании границ необходимо строго следить за тем, чтобы осевая линия гравируемого знака располагалась точно по осевой линии его абрисного изображения.

Элементы рельефа, печатаемые черным цветом (знаки перевалов, скал-останцов, отдельно лежащих камней, скопления камней, входов в пещеры и гроты, кратеров вулканов, не выражающихся в масштабе карты, кратеров грязевых вулканов), гравируют пантографом.

Гравирование знаков растительного покрова и грунтов начинают с контуров, которые затем заполняют соответствующими условными знаками.

Знаки бурелома, вырубленного леса, луговой растительности гравируют по пластмассовым трафаретам.

Знаки просек гравируют по металлическим трафаретам.

Условные знаки, имеющие рисунок, аналогичный знакам элементов гидрографии, гравируют такими же способами.

Сложные условные знаки растительного покрова и грунтов, такие как отдельные рощи, не выражающиеся в масштабе карты, отдельно стоящие деревья, имеющие значение ориентиров, пальмовые рощи и отдельные пальмы, горелые и сухостойные леса, породы кустарников, колючие кустарники, саксаул, стланик, виноградники, парники, рисовые поля, плантации тех-

нических культур, высокотравная растительность, камышовые и тростниковые заросли, моховая и лишайниковая растительность, такыры, кочковатая поверхность, гравируют пантографом.

Условные знаки породы и характеристики леса наклеивают на оригинале подписей.

Постепенный переход от высокого леса к низкорослому (карликовому) или редколесью, изображающийся на съемочном оригинале точечным пунктиром (который не показывается на отпечатанной карте), вычерчивают тушью на обратной стороне диапозитивной копии контура. После изготовления совмещенной диапозитивной копии вычерченный пунктир с копии контура удаляют.

Оригинал рельефа гравируют в следующей последовательности:

элементы рельефа, не выражающиеся горизонталями (обрывы, овраги, промоины, осыпи, скалы, лавовые потоки и т. д.);

грунты и микроформы земной поверхности, печатаемые на карте коричневой краской (пески, галечники, каменистые россыпи, каменистые, глинистые и щебеночные поверхности, поверхности с буграми, полигональные поверхности);

утолщенные горизонтали;

тонкие горизонтали.

Условный знак скал гравируют так же, как и скалистые берега: двумя иглами с острой и круглой конической заточкой.

Лавовые потоки гравируют за два приема: вначале иглой с круглой конической заточкой гравируют линейные элементы с утолщением, а затем точки.

Гравирование знака осыпей твердых пород (каменисто-щебеночных, галечниковых) осуществляется за несколько приемов. В первую очередь гравируют бровку и промоины. Затем гравируют треугольники или овалы и в последнюю очередь точки.

Знаки ям, курганов, карстовых воронок, не выражающихся в масштабе карты, оцифровку горизонталей, характеристики обрывов, оврагов и промоин гравируют пантографом.

При гравировании знаков бугристых, грядовых, дюнных, лунковых и ячеистых песков в первую очередь выполняют точки более крупного диаметра, определяющие рисунок условного знака, а затем — заполняющие. Знак поверхности с буграми, не выражающейся в масштабе карты, и знак полигональной поверхности гравируют по трафаретам.

Линии горизонталей гравируют так же, как береговую линию. Причем необходимо уметь гравировать во всех направлениях и стараться реже прерывать линию. Разрывы лучше приурочивать к местам пересечения горизонталей с другими элементами, тогда, в случае образования узла при неточном попадании иглой в прерванную линию, он перекроется другим элементом. Если трудно довести горизонталь до пересечения с другими элементами, то прерывают ее на более пологих участках, так как в таких местах легче попасть в прерванную ли-

нию. Учитывая это, лощины, по которым не протекают реки и в которых нет промоин, следует гравировать за один прием, не отнимая руки. Горизонтали следует замыкать справа налево, так как при этом хорошо видны концы замыкаемой линии и иглы.

После окончания гравирования каждого оригинала выполняют сводку его элементов содержания по рамке со смежными листами.

§ 54. ГРАВИРОВАНИЕ ОРИГИНАЛОВ КАРТ МЕЛКИХ МАСШТАБОВ

Элементы содержания оригиналов мелкомасштабных карт гравируют в той же последовательности, что и топографических.

Элементы контурной нагрузки мелкомасштабных карт гравируют на нескольких оригиналах, так как они печатаются разными красками. Элементы, требующие наиболее точного согласования с гидрографией, например населенные пункты, рекомендуется показывать одинаковым с ней цветом и гравировать на одном оригинале. Сочетание различных элементов карты, гравируемых на одном оригинале, не является постоянным для всех типов мелкомасштабных карт и определяется используемыми условными знаками.

Методика и техника гравирования элементов гидрографии и рельефа на мелкомасштабных картах та же, что и на топографических.

Населенные пункты на мелкомасштабных картах изображаются знаками двух видов: кварталами и различного вида пунсонами. Кварталами показываются населенные пункты, изображаемые в масштабе карты. Гравирование их производят в несколько приемов. Сначала гравируют контур кварталов, а затем производят штриховку. Если улицы прямолинейны, то гравирование их производят при помощи пропорциональных линеек. Если же они непрямолинейны, то их гравируют двойными резцами при помощи ГПЛ.

Населенные пункты, изображаемые одинарными и двойными пунсонами, а также пунсонами с точкой, гравируют электрическим кронциркулем.

Условные знаки промпунктов, расположенных близко друг к другу или к другим знакам, когда они не могут быть показаны полным кругом и даются в виде сектора, а также другие условные знаки, изображающиеся пунсонами диаметром свыше 3 мм с утолщенными линиями, гравируют ручным кронциркулем. Разбивку промпунктов на секторы выполняют при помощи палетки.

Гравирование крупных залитых пунсонов, например на картах плотности населения, производится в два приема. Вначале при помощи кронциркуля гравируют пунсон, а затем резцами, заточенными в виде стамески и скальпеля, выбирают слой внутри него.

Большинство элементов почвенно-растительного покрова (болота, солончаки, соленые и пресные грязи, пески, ледники и вечные снега, материковые льды) и прочих элементов содержания гравируют так же, как на топографических картах.

Знак мангровых зарослей, занимающих большие площади, следует гравировать при помощи штриховального прибора (ШП) и палетки (в виде параллельных линий), подкладываемой под оригинал. При гравировании оригинал должен быть повернут на 90°, т. е. северная рамка должна находиться с левой или правой стороны. Длина штрихов в этом случае определяется расстояниями между линиями палетки, а промежуток между штрихами — величиной смещения резца в вертикальном направлении, устанавливаемой по лимбу прибора. Для гравирования небольших участков мангровых зарослей вместо штрихового прибора можно использовать пропорциональные линейки.

Знак леса гравируют иглой с острой конической заточкой.

Знак лавовых полей, занимающих небольшие площади, гравируют электрическим кронциркулем или ЭГПИ. Большие участки лавовых полей получают путем вкопирования рисунка со специально изготовленной сетки на диапозитивную копию элементов карты, печатаемых коричневым цветом.

Знак районов ловли креветок гравируют так же, как знак мангровых зарослей, только оригинал при этом имеет нормальную ориентировку.

Условные знаки, имеющие сложный рисунок, наклеивают на оригинал подписей, печатаемых тем же цветом.

Часть IV
ОФОРМЛЕНИЕ КАРТ

ВВЕДЕНИЕ

В подготовке инженера-картографа топографическое и картографическое черчение, имеющие большое самостоятельное значение, следует рассматривать также, как начальный этап, первую ступень, необходимую для дальнейшей подготовки уже в области оформления карт. Дело в том, что в процессе создания карты недостаточно владеть навыками в области черчения и гравирования, нужно уметь подобрать (спроектировать) оптимальные для данной карты размеры, форму, цвет всех условных обозначений, выполнить оригинал с учетом взаимосвязи различных элементов карты.

В задачу оформления карт входит изучение и разработка способов графического (в том числе красочного) выражения содержания картографических произведений, а также их дополнительных и внешних элементов. Оформление каждой карты разрабатывается с учетом ее масштаба, содержания, назначения, условий использования. От правильного решения вопросов оформления зависит в значительной степени наглядность, читаемость карты, а следовательно, и ее практическая ценность.

В процессе создания карты, в зависимости от ее типа, могут применяться различные виды оформительских работ. Это, прежде всего, разработка таблицы условных знаков всех элементов содержания, выбор шрифтов, разработка и выполнение эскизов оформления и авторского оригинала карты, включая изображение рельефа различными способами, оформление внешних элементов карт и атласов, изготовление ряда издательских оригиналов и некоторые другие виды работ. Таким образом, оформление карт можно рассматривать как художественно-техническое проектирование в картографии.

Теоретическая база оформления карт основывается, главным образом, на данных таких наук, как цветоведение, семиотика (наука о знаковых системах), инженерная психология. Оформление карт использует также некоторые принципы и практические приемы изобразительного искусства.

Оформление карт — одна из основных картографических дисциплин. Она тесно связана с составлением и редактированием карт, картоведением, изданием карт, математической картографией. Нужно подчеркнуть особенно тесную, органическую связь оформления карт с составлением и редактированием, определяющим содержание произведения и намечающим общие требования к его оформлению, а также важность правиль-

ного решения вопросов издания для воплощения замысла оформления. Поскольку при создании многих карт должны учитываться не только логические, но и эстетические требования, можно считать, что оформление карт тесно связано и с изобразительным искусством. В создании значительной части картографических произведений обязательно участие художника-картографа, а в разработке некоторых карт и атласов он играет ведущую роль.

Изобразительные средства, применяемые в картографии, в принципе те же, что и в изобразительном искусстве. Все их можно свести к трем основным — штрих (линия), цвет, светотень (полутон). В соответствии с этим выделяют отдельные виды оформления карт, и этот же принцип учитывается при изложении курса «Оформление карт».

При изучении «Оформления карт» рекомендуется использовать школьно-краеведческий Атлас Якутской АССР (М., 1981 г.), на цветные карты которого и даются ссылки в тексте.

Глава 16.

ВОПРОСЫ ЦВЕТОВЕДЕНИЯ В ПРИМЕНЕНИИ К ОФОРМЛЕНИЮ КАРТ

§ 55. ЦВЕТ НА КАРТЕ. ЗНАЧЕНИЕ ЦВЕТОВЕДЕНИЯ В КАРТОГРАФИИ

Абсолютное большинство современных карт — цветные. Как изданные карты, так и рукописные оригиналы создаются обычно с применением многих красок, дающих большое количество цветов. Цвет является мощным изобразительным средством и в оформлении карт играет важную роль.

Все многообразное содержание карты можно расчленить на группы по характеру элементов этого содержания, которым часто присваивают определенные цвета. Так, вошло в традицию все объекты гидрографии изображать голубой или синей краской, рельефа — коричневой, растительного покрова — зеленой и т. д. В данном случае применение разных цветов дает возможность улучшить различимость между собой определенных групп условных знаков в соответствии с легендой. Это облегчает читателю восприятие (изучение) элементов содержания в целом и их взаимосвязей.

Таким образом, применение различных цветов увеличивает различимость объектов на карте и облегчает ее чтение, делает ее более наглядной.

Поскольку различные цвета воспринимаются глазом по-разному, многоцветный картографический рисунок выглядит менее плотным, а карта — заметно менее нагруженной, чем совершенно одинаковая по содержанию одноцветная карта. Это различие настолько разительно, что с первого взгляда бывает трудно узнать одно и то же содержание в двух различных по цветовому оформлению картах.

Отсюда следует, что применение различных по цвету красок позволяет существенно обогатить содержание карты по сравнению с черно-белой картой без ущерба для читаемости.

Применение цветных красок позволяет решать оформление карты по принципу многоплановости, т. е. наиболее важные элементы содержания давать более яркими, более «броскими» цветами, хорошо различимыми на фоне, с тем, чтобы они читались в первую очередь, были «на первом плане». Второстепенные элементы при соответствующем оформлении будут читаться во вторую очередь, «на заднем плане». Принцип выделения главного на первый план важен в оформлении карт различных типов, но особенно большое значение он имеет для карт учебного и агитационно-пропагандистского назначения.

Цвет на карте очень часто играет роль условного обозначения. Уже приводился пример, когда цвет определяет принадлежность объекта к гидрографии или рельефу и т. д. Но часто на картах бывает так, что именно определенный цвет, согласно легенде, сообщает читателю характеристику объекта. Так, окраска кружка может означать определенный комплекс промышленности, окраска ареала — вид растительности и т. д. Особенно ярко эта роль проявляется на тематических картах. Заметим, что цвет на карте как условное обозначение может передавать не только качественные, но и количественные характеристики изображаемых явлений.

Наконец, применение цвета на карте позволяет оформить ее не только наглядно, но и красиво, нарядно, так, чтобы карта привлекала своим внешним видом, чтобы ее оформление способствовало эстетическому воспитанию миллионов читателей.

Разумеется, как последняя, так и ряд других функций цвета на карте будут выполнены не всегда, а лишь при соблюдении ряда правил и рекомендаций, вытекающих из курса оформления карт и науки о цвете — цветоведения, и при умелом обращении с красками. Естественно, что при помощи одних и тех же красок может быть создано как совершенно безграмотное и уродливое, так и поистине научно-художественное картографическое произведение.

С цветом, с красками картограф имеет дело на всех основных этапах создания карты. Поэтому основные сведения из области цветоведения должны быть известны каждому картографу. Особенно же тесно с цветоведением соприкасаются картографы при разработке красочного оформления карт как штрихового, так и фонового и в процессе подготовки карты к изданию. Качество оформления готовой, изданной карты во многом зависит от того, насколько знакомы картографы-издатели со свойствами красок, закономерностями их смешения, особенностями восприятия цветов и другими вопросами цветоведения. Разумеется, важно, чтобы основные сведения из области цветоведения всегда были на вооружении у «хозяина» карты — ее редактора.

Цветоведение — сравнительно молодая наука. Ее основы заложены такими всемирно известными учеными, как Леонардо да Винчи, Ньютон, Ломоносов, Максвелл, Гельмгольц, которые много внимания уделяли вопросам цвета. Большую роль в развитии цветоведения сыграли такие советские ученые, как Н. Д. Нюберг, С. В. Кравков, Н. Т. Федоров и др. Цветоведение изучает физическую теорию цвета, теорию цветового зрения, вопросы, связанные с восприятием цветов, вопросы классификации и измерения цветов и др. Выводы цветоведения широко используются в различных видах изобразительного искусства, в полиграфии, в текстильной промышленности, в театре и кино, на транспорте, в быту.

§ 56. СВЕТ И ЦВЕТ

В литературе встречаются отличающиеся друг от друга толкования цвета. Это можно объяснить тем, что цвет представляет собой сложное явление, которое можно рассматривать как сочетание трех процессов: излучение телом энергии, работа органа зрения и восприятие цвета. В соответствии с этим выделяют три основных раздела цветоведения — физика, физиология и психология цвета. В различных определениях цвета акцент делается на разные из приведенных аспектов.

Различия в понимании цвета могут привести к тому, что явления, связанные, например, с природой ощущений, относят к свойствам красок или света и т. д. Для проведения научных исследований в области цветоведения необходимо строгое научное понятие о цвете, на котором основано, например, учение об измерении цвета — колориметрия.

Понятие о цвете как о свойстве тела, о его окраске не подходит здесь потому, что окраска определяется лишь при сравнении предметов друг с другом, чаще всего с белыми предметами.

Ощущение цвета возникает у нас почти всегда при воздействии на глаз множества лучей с различными длинами волн одновременно. Впечатление одного и того же цвета может возникнуть при воздействии на глаз лучей с различным спектральным составом. Например, одинаковыми по цвету могут быть излучения сложного состава и монохроматическое (однородное). Поэтому и понятие о цвете как об ощущении тоже не может считаться строго научным.

Поскольку наш глаз реагирует только на свет, цвет в научном смысле слова есть, прежде всего, свойство излучения. Несколько обобщенно цвет можно определить как свойство спектрального состава излучения, по которому наш глаз может отличать излучения друг от друга.

Понятие цвета — объективное физическое понятие, несмотря на то, что оно связано со свойствами человеческого глаза.

Глаз, хотя и не обладает свойствами определять спектральный состав излучений, позволяет судить о группе излучений с определенными спектральными составами, которые одинаково влияют на глаз, это — объективные данные. Существуют приборы, позволяющие точно сравнивать излучения по цвету, а при помощи математики можно заранее определить, какие по спектральному составу цвета не будут различимы глазом.

Область видимого света в общем спектре электромагнитных колебаний занимает сравнительно небольшое место. Подобно тому, как свойства разных излучений этого общего спектра зависят от длины волны (радиоволны разных диапазонов, звуковые колебания, рентгеновские лучи и т. д.), в области видимого света от длины волны зависит цвет излучения.

Белый свет состоит из множества цветных лучей, что наглядно доказывается разложением пучка «белых» лучей в спектр при прохождении сквозь призму. В зависимости от длины волны лучей, образующих спектр, мы различаем в нем множество различных цветов: от фиолетового (380 нм) до красного (770 нм).

Обычно принято говорить о семи цветах спектра. Это число цветов выбрано условно. В цветоведении более удобно выделять восемь цветов.

Примерные границы участков восьми цветов в спектре видимого света (λ, нм)

Красный	770—620	Красная зона
Оранжевый	620—590	(770—570)
Желтый	590—570	
Желто-зеленый	570—550	Зеленая зона
Зеленый	550—500	(570—490)
Голубой	500—470	
Синий	470—440	Синяя зона
Фиолетовый	440—380	(490—380)

Отметим, что границы участков этих цветов в спектре, указанные в специальной литературе, нередко отличаются. Это объясняется тем, что глаз различает в спектре множество цветов, плавно переходящих друг в друга, и границы их могут определяться различными наблюдателями по-разному.

Рассматривая спектр, легко можно заметить, что глаз различает цвета не в строгой пропорции с изменением длины волны. В красной, зеленой и сине-фиолетовой частях спектра глаз различает цвета лишь при значительном изменении длины волны (одинаково красный цвет, например, мы видим от 655 нм до конца спектра), и эти цвета занимают в спектре наибольшую протяженность. В желтой же и голубой частях спектра глаз видит изменение цвета при изменении длины волны всего на несколько и даже на один нанометр. В соответствии с этим в спектре принято выделять три основные зоны — красную, зе-

лёную и синюю. Очень упрощенно спектр можно представить в виде диаграммы из трех столбиков (рис. 90), соответствующих зонам (цветам) спектра.

Три основных цвета — красный, зеленый, синий — следует рассматривать как обобщенные, полученные в результате смешения множества лучей разных цветов, относящихся к этим зонам.

Окружающие нас предметы обладают различными свойствами по отношению к падающему на них свету. Одни из них поглощают (или пропускают) лучи всех длин волн в одинаковой пропорции, и спектральный состав света, отраженного от таких тел (или пропущенного ими), остается неизменным. Поглощение (пропускание) такого типа называется *неизбирательным.* Так, например, чертежная бумага при дневном освещении выглядит белой, а при красном свете, например в фотолаборатории, она будет красной. Цвета предметов, обладающих неизбирательным поглощением, называются *ахроматическими,* т. е. предметы не имеют цветной окраски (в переводе с греческого «хрома» означает «цвет», частица «а» — отрицание). Такие предметы при дневном (белом) освещении будут белыми, серыми или черными в зависимости от отражательных свойств их поверхностей.

Тела, обладающие *избирательным* поглощением, будут иметь цветную окраску, которая объясняется тем, что из множества цветных лучей, составляющих белый свет, эти тела будут поглощать лишь лучи определенных длин волн, другие же цветные лучи будут отражать (или пропускать). Если, например, в этих отраженных (пропущенных) лучах преобладают красные, мы видим красный цвет. Цвета тел, обладающих избирательным (селективным) поглощением, называются *хроматическими.*

Цвета красок, как и всяких тел, тоже объясняются избирательными свойствами красящего вещества. Следует помнить, что ощущение цвета краски возникает в глазу под воздействием множества разных по спектральному составу лучей, а не

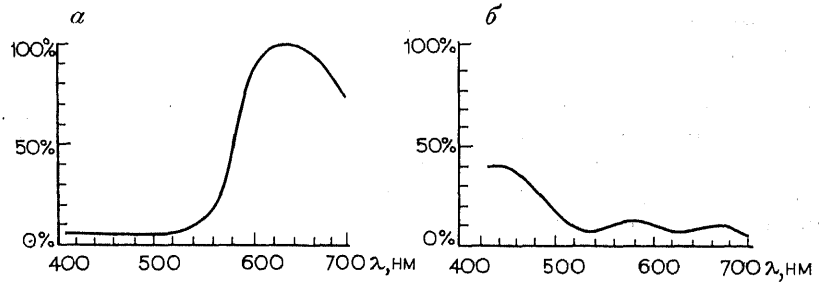


Рис. 87. Спектральные кривые отражения:
а — киновари; *б* — ультрамарина

монохроматического * излучения. Это видно из приведенных на рис. 87 спектральных кривых отражения красок.

Максимум кривой отражения киновари относится к 640 нм, что определяет ее оранжево-красный цвет, кривая имеет высокий подъем, занимающий сравнительно узкую область спектра, это показывает, что киноварь — светлая чистая краска. Ультрамарин значительно темнее (максимум отражения около 40 %) и не такой чистый (велика доля других цветных лучей).

§ 57. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦВЕТОВ

Все ахроматические цвета (белый, черный и ряд серых) отличаются друг от друга по одной характеристике, которая определяется коэффициентом отражения (отношением количества отраженного света ко всему падающему), выраженным в процентах. Так, чистый снег отражает около 90 % падающего света, белая бумага — 85 %, черная краска — 2 %. Эта характеристика воспринимается нами как светлота, или как степень приближения к белому (отдаления от черного).

Хроматические цвета мы различаем по трем основным характеристикам: *цветовому тону, светлоте* и *насыщенности.*

Цветовой тон — это такое качество цвета (то, что мы называем «синий», «красный» и т. д.), которое делает его похожим на один из спектральных или пурпурных цветов. Цветовой тон зависит от спектрального состава лучей, идущих от предмета.

Для монохроматических излучений цветовой тон выражается длиной волны λ этого излучения в нм; для излучений сложного состава — длиной волны монохроматического излучения, одинакового по цвету с данным излучением, имеющим сложный состав. Поскольку в спектре отсутствует группа пурпурных цветов, занимающих промежуточное положение между красным и фиолетовым, их цветовой тон выражают длиной волны дополнительного цвета, в частности, какого-либо из зеленых, обычно обозначаемой штрихом или знаком минус. Например, 520′ нм или — 530 нм.

Считается, что по цветовому тону глаз различает в спектре около 130 цветов, кроме того, около 20 пурпурных.

Хроматические цвета различаются также и по светлоте. Очевидно, что любой краской можно получить целый ряд цветов от светлых до темных. Светлота хроматических цветов, так же как и ахроматических, определяется отношением количества лучей отраженных к количеству лучей падающих. Обозначается она буквой ρ и выражается в процентах.

Светлоту, как и другие параметры цвета, определяют обычно при помощи специальных приборов, например колориметров.

---

* *Монохроматическими* (от греческого «моно» — один, «хрома» — цвет) называются излучения, однородные по своему спектральному составу (все лучи имеют одинаковую длину волны λ). Они называются также однородными.

Можно ее определить и путем сравнения данного цвета с ахроматической (серой) шкалой, ступени которой заранее промерены. Светлота хроматического цвета выражается коэффициентом отражения ахроматического, одинакового с ним по светлоте. Подравнивание окрашенных поверхностей по светлоте при некотором навыке легко производится на глаз.

Полагают, что человеческий глаз по светлоте способен различать около 100 ступеней.

Светлоту не следует путать с *яркостью*. Светлота — величина относительная, выражается в процентах, и ее значение не зависит от силы освещения. Яркость же связана с количеством световой энергии и выражается в энергетических единицах, следовательно, она зависит от освещенности. Например, черная бумага в летний солнечный день может иметь бóльшую яркость, чем чистый снег в зимний пасмурный день. Светлота, или относительная яркость, безусловно, более удобная характеристика для сравнения цветов, чем их яркость.

Насыщенностью называется степень отличия хроматического цвета от ахроматического, одинакового с ним по светлоте. Это — степень выраженности цветового тона, степень избирательности поглощения (пропускания) по спектру. Чем красный цвет краснее, тем он насыщеннее.

Измеряется насыщенность числом порогов (едва различимых ступеней) от данного цвета до ахроматического, одинакового с ним по светлоте. Глаз различает от 4 до 25 порогов по насыщенности в зависимости от цвета краски и других условий.

К понятию насыщенность очень близко понятие *чистота* цвета, которую называют еще колориметрической* насыщенностью. Чистота определяется как доля чистого спектрального цвета в смеси равноярких спектрального и белого или как отношение спектральной составляющей к общей яркости цвета. Чистота обозначается буквой P и выражается в процентах. Согласно определению, чистота цветов спектра будет равна 100 % (нет примеси белого); чистота белого, серого равна нулю. При измерении цвета его чистоту можно определить более точно, чем насыщенность, поэтому в колориметрии пользуются именно чистотой.

Понятия насыщенность и чистота довольно близки, и при характеристике цвета в большинстве случаев можно пользоваться и тем, и другим, употребляя эти слова как синонимы. Однако эти понятия все же различаются. Так, если все цвета спектра имеют одинаковую чистоту (100 %), то насыщенность у некоторых из них разная. Желтый цвет воспринимается как более близкий к белому, чем, например, красный или синий, значит, и насыщенность желтого меньше.

---

* Колориметрия — раздел цветоведения, занимающийся вопросами измерения цветов.

Наглядное представление об изменении насыщенности (чистоты) можно получить из следующего простого опыта. Нужно взять какую-либо цветную краску (например, синюю — ультрамарин) и подобрать совершенно одинаковую с ней по светлоте серую краску. Обе краски нужно брать кроющие, например, гуашевые. При смешении этих двух красок будет получаться ряд цветов, в котором с увеличением доли серой краски насыщенность (чистота) цвета будет уменьшаться. Светлота же всех ступеней ряда будет одинаковой, так как обе смешиваемые краски имели одинаковую светлоту.

Очень наглядно также понижается чистота цветов спектра, если на соответствующий участок спектра направить пучок лучей белого света, не пропущенный сквозь призму. В результате примеси белого процент чистого спектрального цвета понижается, понижается и чистота.

Необходимо подчеркнуть, что, в более строгом понимании, психологически воспринимаемая светлота цвета не может однозначно соответствовать относительной яркости. То же можно сказать и о цветовом тоне и насыщенности. Таким образом, нужно иметь в виду различия между тремя объективными характеристиками цвета — цветовым тоном (λ, нм), чистотой (P, %), яркостью (L, кд/м^2) или относительной яркостью (ρ, %) и субъективными зрительными характеристиками — цветовым тоном (тем, что мы называем «красный», «синий» и т. д.), насыщенностью и светлотой, как свойствами зрительных ощущений, которые количественно могут быть выражены лишь соответствующими пороговыми величинами.

Совокупность цветового тона и чистоты цвета дают качественную характеристику, называемую цветностью. Яркость (светлота) является количественной характеристикой.

С изменением одной из трех характеристик будет изменяться и цвет, поэтому следует иметь в виду, что если мы замечаем какие-либо различия в цвете, например, видим, что один зеленый несколько светлее другого, значит, мы видим уже два цвета, а не «оттенки» одного цвета, как это часто говорят.

Рассмотрим изменение характеристик цвета на ряде примеров, часто встречающихся в процессе работы с красками. При подмешивании к краске белил уменьшается чистота цвета и возрастает его светлота. Так же меняются характеристики цвета при разбавлении акварельной краски водой.

Подмешивание черной краски понижает только светлоту цвета, не уменьшая его чистоты (чистота, согласно определению, уменьшается с примесью белого). Однако практически черная краска отражает небольшую часть падающего света (около 2 %), и чистота цвета несколько снижается.

Коричневый цвет — это очень темный оранжевый. В этом легко убедиться, если привести во вращение оранжевый и черный сектора на вертушке или к оранжевой краске добавить черную. Если же коричневую бумагу осветить ярким светом,

но смотреть на нее сквозь отверстие, чтобы глаз был в прежних условиях освещения, она будет выглядеть оранжевой.

Для характеристики цвета часто применяют термин «интенсивность». Цвет будет тем более интенсивным, чем более его насыщенность и светлота. Например, из двух цветов с одинаковой светлотой более интенсивным будет тот, у которого больше насыщенность.

Цветовые ряды

В практике оформления карт нередко приходится иметь дело с различными цветовыми рядами — шкалами, ступени которых последовательно изменяются по одной или нескольким цветовым характеристикам.

Цветовые ряды, ступени которых отличаются друг от друга лишь по одной характеристике из трех, называются в цветоведении *чистыми рядами* (мы их чаще называем однородными). Если же цвета ступеней отличаются по двум или всем трем характеристикам, мы имеем дело со *сложными* (смешанными) *рядами*, которых, конечно, в оформлении карт большинство.

Чтобы получить на вертушке однородный ряд цветов, изменяющихся лишь по светлоте, нужно на цветной диск надеть фигуру из черной бумаги, как это показано на рис. 88, *б*. Аналогичный ряд можно получить и с помощью красок, если на бумаге, окрашенной в какой-либо хроматический цвет, построить ряд сгущения черной краски от самого светлого серого до черного.

Однородный ряд, ступени которого будут изменяться лишь по насыщенности (чистоте) при постоянных цветовом тоне и светлоте, легко получить, если на цветной диск вертушки надеть такую же по форме фигуру, но серого цвета, одинакового по светлоте с хроматическим цветом диска (рис. 88, *а*). При вращении диска с фигурой получится ряд колец от насыщенного по краю диска до ахроматического в центре круга. На бумаге такой ряд получается, если хроматическую окраску сгущать по ступеням в одну сторону, а серую поверх цветной — в направлении другого конца шкалы. При этом по светлоте все ступени ряда должны быть одинаковыми.

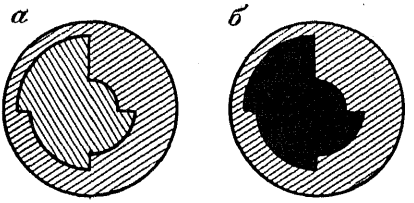


Рис. 88. Диски для вертушки, при вращении которых получаются однородные ряды:
а — изменяющиеся по насыщенности; *б* — по светлоте

Однородный ряд, ступени которого будут изменяться лишь по цветовому тону, выполняется несколькими цветными красками, причем ступени ряда должны иметь одинаковые светлоту и насыщенность.

Сгущение окраски

Рассмотрим, как происходит изменение основных параметров цвета при сгущении хроматических окрасок. Ряд сгущения цветной краски — не чистый ряд, так как его ступени отличаются по двум характеристикам — светлоте и чистоте. Допустим, мы выполнили ряд сгущения в несколько ступеней синей краски. По мере сгущения окраски светлота ступеней падает. По достижении определенной величины (краска стала почти черной) изменение светлоты глазом уже не отмечается.

Насыщенность со сгущением окраски будет заметно возрастать до момента так называемой полноцветности, затем краска получается настолько темной, что об изменении насыщенности становится судить затруднительно, и создается впечатление ее уменьшения. Однако чистота цвета не уменьшилась. Надо учесть, что по мере более глубокого проникновения лучей белого света в слой цветной краски степень избирательности поглощения цветных лучей зернами пигмента возрастает, цвет становится чистым, но настолько темным (мало лучей выходит из слоя краски), что трудно узнать его цветовой тон. Похожий результат будет, если рассматривать ряд цветных бумаг в темной комнате — мы не увидим цветового тона и чистоты цвета из-за очень малой светлоты.

Для красной и большинства других «теплых» красок картина будет несколько иной. Светлота здесь, достигнув определенной величины, при дальнейшем сгущении окраски больше не падает, насыщенность тоже остается на одном уровне. Даже при самом толстом слое краски «цветность» таких красок будет хорошо выражена, что нетрудно отметить, рассматривая набор акварельных красок в плитках или корытцах.

Строго говоря, при увеличении толщины слоя прозрачной краски несколько меняется и ее цветовой тон, а именно — увеличивается доля лучей, наиболее хорошо пропускаемых данным красящим веществом. Для наглядности поясним это таким примером. Допустим, что слой краски определенной толщины пропускает 0,8 лучей синей части спектра и только 0,2 — красной части. Если толщину слоя увеличить вдвое, то синих лучей уже пройдет $0{,}8 \times 0{,}8 = 0{,}64$, а красных — $0{,}2 \times 0{,}2 = 0{,}04$. И если первоначально коротковолновых лучей было в 4 раза больше, чем длинноволновых, то стало их в 16 раз больше.

Аналогично, если сгущать прозрачную краску, полученную механическим смешением различных пигментов, начнет преобладать цветовой тон, соответствующий длине волны лучей, более или менее хорошо отражаемых всеми пигментами.

Система наименований цветов

В повседневной жизни нас окружает большое разнообразие цветов (по некоторым данным, наш глаз способен различать около 13 000 различных цветов). Для их обозначения существует большое количество названий: беж, салатный, само и т. д. Составлены специальные таблицы цветов и их названий для более точного наименования цветов, например при различных биологических и других исследованиях.

Однако приведенные названия, во-первых, не передают точной характеристики цвета, во-вторых, количество этих терминов настолько велико, что их очень трудно запомнить, и, в-третьих, даже этого большого количества терминов недостаточно для обозначения всего многообразия цветов.

Поэтому мы рекомендуем как при работе с красками, так и в повседневной жизни пользоваться научно обоснованной системой наименований цветов, которая базируется на параметрах цвета — цветовом тоне, светлоте, насыщенности. Она включает 24 термина, которые позволяют дать наименования 155 различным цветам. Эта система (по Е. Б. Рабкину) * приводится ниже.

Основные наименования цветов (цветовой тон)	Дополнительные термины (насыщенность, светлота)
1. Для хроматических цветов	
1. Красный	1. Сильно насыщенный (чистый)
2. Красно-оранжевый	2. Средне насыщенный
3. Оранжевый	3. Слабо насыщенный
4. Оранжево-желтый	4. Светлый
5. Желтый	5. Средней светлоты
6. Желто-зеленый	6. Темный
7. Зеленый	
8. Зелено-голубой	
9. Голубой	
10. Синий	
11. Сине-фиолетовый	
12. Фиолетовый	
13. Фиолетово-пурпурный	
14. Пурпурный	
15. Пурпурно-красный	
2. Для ахроматических цветов	
	Для серого:
1. Белый	1. Светлый
2. Серый	2. Средней светлоты
3. Черный	3. Темный

Чтобы обозначить какой-либо цвет, нужно назвать его цветовой тон, насыщенность, светлоту. Например: красно-оранжевый, слабо насыщенный, темный. При оформительских работах в картографии приведенного количества терминов недостаточно, поэтому можно рекомендовать некоторое расширение системы

* *Рабкин Е. Б.* Атлас цветов. М., Медгиз, 1956.

терминов. Так, следует иметь в виду, что оранжево-красный и красно-оранжевый — разные цвета (первый краснее), желто-зеленый — зеленее, чем зелено-желтый, и т. д.

Кроме того, для уточнения цветового тона рекомендуем пользоваться широко известными названиями пигментов красок, например: ультрамариново-синий, киноварно-красный и т. д., поскольку каждому пигменту присущ определенный цветовой тон.

В картографии широко применяются коричневые краски, например при гипсометрическом оформлении рельефа. И не следует поэтому отказываться от этого названия в пользу более громоздкого, например, желто-оранжевый, средне-насыщенный, темный (по системе Е. Б. Рабкина). Более того, коричневые цвета следует различать по цветовому тону (желто-коричневый, красно-коричневый), по насыщенности и по светлоте.

§ 58. ВЛИЯНИЕ НА ЦВЕТ НЕКОТОРЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Светящиеся и несветящиеся тела

Для изучения вопросов, связанных с цветом, часто бывает важно знать определенные свойства окружающих нас предметов. Прежде всего отметим, что все их можно разделить на тела светящиеся и несветящиеся. Цвет и интенсивность большинства источников света зависят от температуры их накала. В картографии все большее значение приобретает применение веществ, излучающих «холодный» свет. Люминесцентные составы применяются при подготовке некоторых карт к изданию, с их помощью создаются некоторые полетные карты (для ночных полетов). Очевидны большие перспективы применения люминесцентных составов в оформлении школьных, демонстрационных, агитационно-пропагандистских карт. Однако вопросы использования люминесцентных составов в оформлении карт недостаточно разработаны, и карт с их применением создано очень мало.

Несветящихся тел во много раз больше, чем светящихся. Цвет таких тел зависит от того, как они поглощают, пропускают или отражают падающий на них свет.

Прозрачные и непрозрачные тела

Прозрачными считаются тела, если свет может проходить сквозь значительную их толщу, непрозрачными — тела, через толщу которых свет не проходит. Заметим, однако, что идеально прозрачных или идеально непрозрачных тел нет. Цвет непрозрачного тела определяется теми лучами, которые от него отражаются. Цвет прозрачных тел, если их рассматривать на просвет, определяется лучами, прошедшими сквозь тело.

Краски тоже могут быть прозрачными (лессировочные) или непрозрачными (кроющие). Кроющая способность красок, как и их прозрачность, зависит от соотношения показателей преломления пигмента и связующего вещества (среды, окружающей частицы пигмента). Чем больше показатель преломления пигмента относительно связующего вещества, т. е. относительный показатель преломления, тем больше света отразится от поверхности частиц пигмента на границе этих двух сред и меньше проникнет вглубь частиц.

Так, например, хорошая кроющая способность титановых белил (масляной краски) объясняется тем, что разница между показателями преломления пигмента (2,7) и масла (1,5) значительна. Показатель преломления мела 1,6, и чтобы получить хорошую кроющую краску, надо разводить его не в масле, а в воде.

Видимый нами цвет краски определяется суммарно действующими на глаз лучами, из которых одни отразились от самой поверхности (это — «белые» лучи), другие — от частиц пигмента в верхнем слое краски (эти лучи прошли сквозь небольшой слой частиц пигмента и слабо окрашены), третьи — от частиц пигмента, расположенных более глубоко, и окрашены сильнее и, наконец, лучами, которые прошли сквозь весь слой краски и отразились от подложки (например бумаги). Не рассматривая сложных явлений отражения, пропускания и поглощения в красочном слое, отметим, что наиболее насыщенные, чистые цвета можно получать именно прозрачными красками, т. е. красками, в которых пигмент и связующее вещество имеют близкие показатели преломления. Свет в слой прозрачной краски проникает глубже и степень избирательности поглощения будет больше. Поэтому прозрачность — одно из важных условий, предъявляемых к краскам для печати карт (особенно их фоновых элементов).

Отражение от поверхностей

При решении оформительских задач в картографии нередко бывает нужно учитывать отражательные свойства поверхностей. Все поверхности по их отражательным свойствам принято разделять на блестящие, глянцевые и матовые.

От блестящих (очень гладких) поверхностей лучи отражаются направленно, по закону «угол падения равен углу отражения». Матовые (шероховатые) поверхности отражают лучи рассеянно, во всех направлениях. Глянцевые же поверхности обладают промежуточными свойствами.

При матовой фактуре поверхности лучи «белого» света, не успевшие еще проникнуть внутрь красочного слоя и отраженные от поверхности, подмешиваются к цветным лучам, идущим из слоя краски, и понижают насыщенность цвета, делают его несколько белесым.

Если красочную работу поместить под стекло или покрыть ее поверхность прозрачным лаком, часть лучей падающего света отразится от гладкой поверхности стекла (лака) под определенным углом. И если точка наблюдения выбрана так, что эти лучи не попадут в глаз (в противном случае будет виден блик, мешающий восприятию), зритель увидит более чистые, насыщенные краски, чем при матовой фактуре поверхности. При печати на гладкой, например мелованной, бумаге краски выглядят более чистыми и «сочными», чем на шероховатой. Поэтому хорошие репродукции с художественных произведений печатают на мелованной бумаге, художники свои картины покрывают лаком или помещают под стекло, на фотографиях, в частности цветных, «накатывают глянец» и т. д. Поэтому и карты, если хотят, чтобы краски выглядели более «сочными», помещают под стекло (например, в музеях и на выставках) или покрывают лаком. Лаком были покрыты, например, карты в атласе «Промышленность СССР на начало 2-й пятилетки» (1934 г.), что существенно улучшило их внешний вид. Тот же, в принципе, эффект достигается припрессовыванием прозрачной пленки при издании карт в современной технологии.

Изменение цвета клеевых красок при высыхании

Изменение цвета клеевых красок, например акварельных, при высыхании объясняется изменением относительного показателя преломления. При высыхании вода, заполнявшая пространство между частицами пигмента, заменяется воздухом. Показатель преломления пигмента относительно воздуха больше, чем относительно воды, в результате чего увеличивается доля света, отраженного от поверхности частиц пигмента. Увеличением доли этого «белого» света в общем потоке, идущем от краски, объясняется некоторое повышение ее светлоты и потеря насыщенности. Вторая причина такого изменения цвета заключается в том, что гладкая поверхность мокрой краски после высыхания становится шероховатой, матовой, свет будет отражаться уже не направленно, а рассеянно и понизит насыщенность цвета.

Изменение цвета красок при смешении с белилами

Среды, содержащие во взвешенном состоянии частицы, препятствующие прохождению света, принято называть мутными средами. Примерами таких сред могут служить земная атмосфера, разведенное молоко, мутными средами являются и красочные смеси. Характерно, что сквозь мутные среды лучше проходят лучи длинноволновой части спектра, коротковолновые же лучи сильно рассеиваются. Поэтому, если смотреть на просвет (в проходящем свете), мутные среды приобретают теплый цвет, так как часть коротковолновых лучей спектра рассеялась и не попала в глаз. В отраженном свете они имеют голубоватый (хо-

лодный) цвет из-за влияния рассеянных коротковолновых лучей.

При подмешивании к краске белил, естественно, повышается ее светлота и понижается насыщенность. Однако некоторые краски при этом заметно меняют и цветовой тон — в сторону более холодного цвета. Так, цвет пурпурных красок изменяется в сторону фиолетового, зеленые краски в смеси с белилами голубеют, смеси черной и белой красок дают обычно холодный, синевато-серый цвет. Это объясняется тем, что красочная смесь с белилами становится еще более мутной средой, сильно рассеивающей коротковолновые лучи, присоединение которых и изменяет цветовой тон.

Если требуется сделать краску более светлой, нужно иметь в виду, что ее разбавление и подмешивание к краске белил приводят к разным результатам.

Изменение цвета при изменении спектрального состава освещения

Отражательные свойства предмета — это объективные свойства, их можно считать постоянными. Поэтому при изменении спектрального состава падающего на предмет света будет изменяться и состав отражаемого света. Белая бумага, например, при освещении ее красным фонарем будет казаться красной, зеленый рисунок на белой бумаге будет при таком освещении казаться черным на красном фоне.

Свет электрических ламп накаливания по своему спектральному составу заметно отличается от дневного «белого» света. Дневной свет содержит больше голубых, а искусственный вечерний — больше желтых лучей.

Кривые, выражающие спектральную характеристику красок (см. рис. 87), строятся при условии освещения идеально белым светом, спектральная характеристика которого изобразится прямой линией, параллельной оси абсцисс. При освещении иным светом цвет окрашенной поверхности изменится, а значит, изменится и характеризующая его кривая.

Примеры изменения цветов при электрическом освещении по сравнению с дневным:

По цветовому тону: оранжевые — краснеют; голубые — зеленеют; синие (некоторые) — краснеют, т. е. становятся ближе к фиолетовым; фиолетовые — краснеют (приближаются к пурпурным).

По светлоте: красные, оранжевые, желтые — светлеют; зеленые, голубые, синие, фиолетовые — темнеют; желто-зеленые — не изменяются.

По насыщенности: красные становятся насыщеннее; оранжевые — тоже; светло-желтые — белеют (трудно отличаются от белого); синие — теряют насыщенность.

При работе с красками надо иметь в виду, что их цвета при рассматривании в условиях дневного освещения, при свете ламп

накаливания, при свете дуговых фонарей или ртутных ламп будут заметно отличаться в соответствии с избирательными свойствами каждой краски, следовательно, по-иному будут выглядеть и сочетания цветов. Например, зеленые и голубые цвета, так часто встречающиеся на картах рядом, лучше различаются при дневном свете, чем при электрическом. Этим можно объяснить, что на некоторых картах при электрическом освещении недостаточно хорошо различается береговая линия.

Чтобы представить себе днем, как сочетания цветов будут выглядеть при электрическом освещении, работу надо рассматривать сквозь оранжево-желтое стекло.

Полезно знать, например, что пятна, затеки и другие дефекты окрашивания голубой или синей краской при свете ламп накаливания будут более заметны (так как голубой и синий темнеют), тогда как при дневном свете моря и океаны будут казаться окрашенными более ровно. Изъяны же в наложении желтых, оранжевых красок, наоборот, будут более заметны при дневном освещении.

Работать с красками лучше в условиях дневного освещения или же при лампах дневного света. Условия освещения для работы картографов-художников, пробистов, печатников, приемщиков и других специалистов, работающих с красками, должны отвечать определенным стандартам и быть постоянными.

Изменение цвета предметов при их отдалении

При рассматривании предметов с большого расстояния отраженные от них лучи на пути к глазу проходят сквозь значительную толщу атмосферы, являющейся мутной средой. Встречая на своем пути множество различных находящихся в атмосфере частиц (молекул газов, микроорганизмов, водяного пара, пылинок и т. д.), часть лучей рассеивается в воздухе, отклоняясь в разные стороны, и не доходит до нашего глаза. Этим объясняется, например, уменьшение светлоты освещенных склонов гор, а при рассматривании гор сверху, например с самолета,— меньшая светлота низких участков освещенных склонов гор. Если же рассматривать черные или очень темные предметы, расположенные далеко, то они кажутся более светлыми за счет света, рассеянного в атмосфере (ведь от темного свет почти не отражается). Этим объясняется, например, осветление низких участков горных склонов на теневой стороне (при рассматривании сверху). Они высветляются светом атмосферы, «воздушной дымкой».

Все предметы, очень светлые при рассматривании их вблизи, на большом удалении, например на горизонте, будут менее светлыми, а темные вблизи на большом удалении будут выглядеть светлее. Происходит как бы сглаживание светлотных контрастов.

Рассеивание света зависит от диаметра встречающихся частиц среды, причем лучи разных длин волн рассеиваются по-

разному. Сильнее рассеиваются лучи холодной части спектра. Установлено, например, что при размере частиц в 0,1 мкм фиолетовых лучей рассеивается в 9 раз больше, чем красных. Голубой цвет неба объясняется тем, что мы видим рассеянные в атмосфере лучи коротковолновой части спектра. Красноватый цвет вечерней или утренней зари мы видим потому, что коротковолновые лучи, проходя значительно больший путь в атмосфере, чем днем (при высоком стоянии солнца), рассеиваются в значительной степени, и до наблюдателя доходят главным образом длинноволновые (красные, оранжевые, желтые) лучи.

Если рассматривать, например, снежные вершины гор, расположенные на горизонте, освещенные их склоны будут нам казаться розоватыми (вообще теплыми), теневые же стороны приобретают холодную окраску, например голубую, благодаря подмешиванию рассеянных в атмосфере лучей коротковолновой части спектра.

Рассеиванием лучей в атмосфере объясняется и то обстоятельство, что разница в цвете предметов на больших расстояниях будет менее заметной, чем вблизи, так как все цвета будут выглядеть менее насыщенными, меньше будет заметна и разница по светлоте и цветовому тону. На очень больших расстояниях глаз уже не может различать большого количества цветовых тонов; происходит как бы обобщение их вплоть до того, что глаз способен бывает различать лишь один какой-либо теплый или холодный цвет.

Изменение при наблюдении с больших расстояний цвета предметов и уменьшение четкости их очертаний, связанное с рассеиванием лучей в атмосфере, называется *воздушной перспективой.*

Это явление широко учитывается при построении некоторых видов гипсометрических шкал, при оформлении отдельных, например, живописных ландшафтных карт. На нем основаны некоторые общие принципы распределения теней при светотеневом оформлении рельефа, с учетом этого явления выполняется также и многоцветная отмывка рельефа.

§ 59. АДДИТИВНОЕ СМЕШЕНИЕ ЦВЕТОВ

Если вращать с достаточной скоростью круг, составленный из секторов разного цвета, он будет казаться ровно окрашенным в новый цвет. Если рассматривать издали изображение, составленное из разных цветных точек, точки будут сливаться, создавая впечатление определенной окраски фона. Эти явления объясняются тем, что разные по цвету лучи в первом случае последовательно, а во втором — одновременно действуя на одну и ту же точку сетчатки глаза, вызывают впечатление нового, смешанного, цвета.

Образование новых цветов путем смешения потоков цветных лучей называется *аддитивным* или слагательным (оптическим, пространственным) смешением цветов.

Примерами применения аддитивного смешения могут служить: живопись художников-пуантелистов, создающих свои произведения путем нанесения различных цветных точек; в текстильной промышленности — меланжирование, т. е. получение цветных нитей скручиванием различных по цвету волокон, цветное ткачество (из разных по цвету нитей). Смешением этого типа объясняется получение нового цвета на белом экране, если его осветить разными по цвету лучами. Аддитивное смешение положено в основу цветного телевидения; широко применяется в колориметрии. В картографии этот вид смешения цветов прямого применения не имеет (некоторые примеры его проявления приводятся в конце следующего параграфа). Однако ознакомление с его законами необходимо для правильного понимания многих явлений, связанных с цветом.

Законы аддитивного смешения цветов

1. Ко всякому хроматическому цвету можно подобрать другой хроматический цвет, дающий при оптическом смешении с первым ахроматический. Такие два цвета называются взаимно дополнительными. На экране при смешении лучей двух взаимно дополнительных цветов можно получить белый цвет, а при вращении диска с секторами взаимно дополнительных цветов — серый.

Дополнительность цвета зависит только от его цветового тона; насыщенность взятых цветов будет влиять лишь на их количественные соотношения при смешении.

Взаимно дополнительных пар цветов множество. Пользуясь кривой типа приведенной на рис. 89, *а*, можно, зная цветовой тон (длину волны) какого-либо цвета, определить цветовой тон дополнительного цвета. Кривая также показывает, что цвета с длиной волны от 493 до 567 нм не имеют в спектре дополнительных (координатные линии не пересекаются с кривой). Дополнительными к ним будут пурпурные цвета.

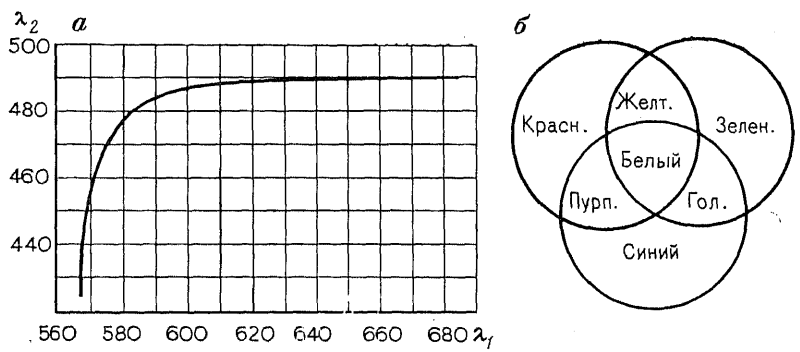


Рис. 89. Кривая взаимно дополнительных цветов спектра *(а)*, принципиальная схема аддитивного смешения цветов *(б)*

2. При оптическом смешении недополнительных цветов получаются цвета, промежуточные по тону между смешиваемыми. Например, на вертушке при вращении диска, составленного из зеленого и синего спектров, мы получим голубой цвет, из красного и желтого — оранжевый.

3. Результат оптического смешения не зависит от состава лучей, вызывающих ощущение участвующих в смешении цветов. Например, если взять голубой с длиной волны 490 нм и голубой, составленный из определенных количеств синих и зеленых лучей, то при оптическом смешении с другими цветами оба эти голубые дадут одинаковые результаты.

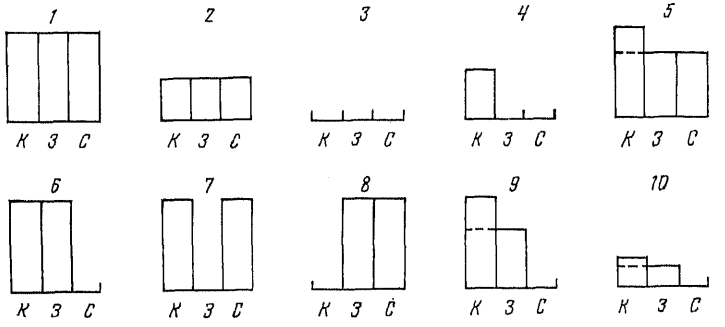


Рис. 90. Схематические диаграммы получения различных цветов из трех основных (С — синий, З — зеленый, К — красный) при аддитивном смешении: *1* — белого (все цветные лучи представлены в одинаковой степени), *2* — серого (то же, но интенсивность излучения меньше), *3* — черного (отсутствие всяких лучей), *4* — красного чистого (нет примеси лучей других зон), но темного (небольшая интенсивность лучей), *5* — красного малонасыщенного (чистоту понижает большая доля ахроматического) светлого, *6* — желтого, *7* — пурпурного, *8* — голубого, *9* — оранжевого (красный и зеленый в одинаковых количествах дают желтый, но здесь красного больше), *10* — коричневого (оранжевый, но очень темный)

Насыщенность получаемого цвета зависит от насыщенности смешиваемых цветов и от их положения в цветовом круге. Насыщенность смеси тем больше, чем ближе друг к другу расположены смешиваемые цвета, и тем меньше, чем удаленнее они друг от друга в цветовом круге.

Светлота (яркость) смеси зависит от способа смешения. При сложении цветных световых потоков на экране их яркость суммируется, а при смешении непосредственно при восприятии глазом (например, при вращении цветного диска) регистрируется средняя яркость с учетом размера секторов.

Важно подчеркнуть, что путем смешения трех основных цветов — красного киноварного, зеленого (слегка голубоватого) и фиолетово-синего — можно получать любые цветовые тона. Эти три цвета дадут наиболее насыщенные сочетания. Могут быть использованы и другие триады, важно, чтобы дополнительный к одному из трех цветов лежал в цветовом круге между двумя другими. Принципиальная схема аддитивного смешения приведена на рис. 89, *б*.

На рис. 90 приводятся диаграммы, наглядно объясняющие цвет излучения в зависимости от участия в нем лучей трех основных зон спектра. Столбики означают синюю, зеленую и красную зоны спектра; высота столбиков соответствует интенсивности лучей.

Эти диаграммы следует понимать как очень упрощенные, схематизированные спектральные кривые, поясняющие принципы получения различных цветов путем аддитивного смешения трех основных.

§ 60. СУБТРАКТИВНОЕ СМЕШЕНИЕ ЦВЕТОВ

Смешением *субтрактивного* типа, или вычитательным смешением называется образование новых цветов путем последовательного поглощения различных цветовых лучей падающего света.

Именно этим объясняется получение новых цветов при смешении красок, так как каждая краска поглощает лучи определенного состава; на глаз будут действовать лишь непоглощенные цветные лучи.

Рассмотрим пример, поясняющий субтрактивное смешение (рис. 91, *а*).

Если через желтое стекло смотреть на обычный белый свет, он покажется нам желтым, так как в слое стекла поглотились лучи синей части спектра, а прошедшие сквозь стекло лучи красной и зеленой частей спектра, действуя на глаза суммарно, производят впечатление желтого цвета. Если на пути этих лучей поставить еще одно цветное стекло, например пурпурное, будет вычитаться еще одна часть цветных лучей (в пурпурном задержатся лучи зеленой части спектра), и мы увидим оранжево-красный цвет. Если теперь на пути этих красных лучей поставить поглощающий их фильтр голубого цвета, мы увидим через все три стекла черный цвет, так как все лучи падающего света будут последовательно поглощены.

Так же, в принципе, объясняется получение новых цветов

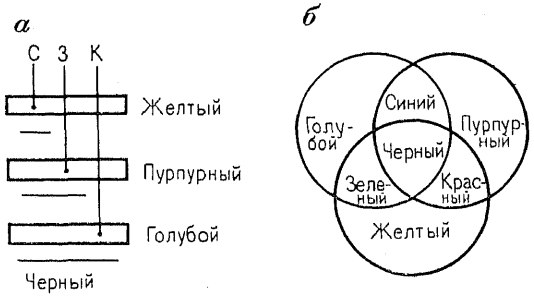


Рис. 91. Схема субтрактивного смешения цветов (*а*), принципиальная схема субтрактивного смешения цветов (*б*)

при наложении друг на друга прозрачных красок (лессировка).

В случае с красками, которые всегда представляют собой мутные среды, общий цвет будет зависеть и от очередности наложения слоев краски (рис. 92).

Практическое применение смешения субтрактивного типа очень широко. Это различные виды изобразительного искусства, цветная фотография и цветное кино, цветная полиграфическая печать, малярное дело и т. д. Смешение красок при оформлении карт, а также при их издании происходит также по принципу субтрактивного смешения. Правда, образование новых цветов путем перекрытия цветных сеток при печатании карт объясняется обоими видами смешения цветов — как аддитивным

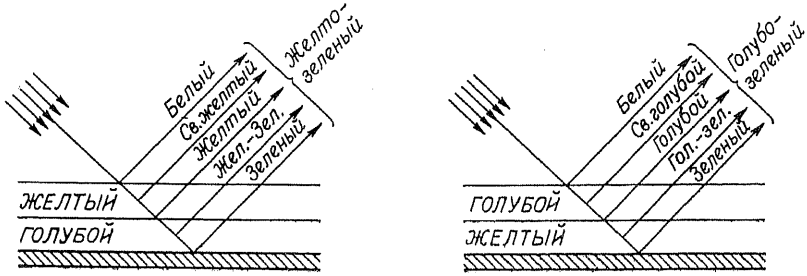


Рис. 92. Схемы, поясняющие влияние очередности наложения красочных слоев (для лессировочных красок)

(в местах, где краски не наложены друг на друга), так и субтрактивным. Это же происходит и при цветной растровой печати: в светлых местах изображения точки разных цветов могут не накладываться друг на друга, и в этих местах общий цвет получается по законам аддитивного смешения.

При работе с красками следует учитывать их избирательные свойства и принципиальную схему субтрактивного смешения (см. рис. 91, *б*). Применяя указанную на схеме триаду красок— пурпурную, голубую и желтую можно, накладывая их друг на друга в разных пропорциях, получить множество разных цветов.

Указанная триада красок широко применяется при издании цветных репродукций с картин и фотографий (так называемая трехцветка), но приходится добавлять четвертую краску, например коричневую или серую, так как три прозрачные краски практически не дают достаточно черного цвета. Трехкрасочная печать широко применяется при издании карт. Этот способ позволяет получить экономический эффект за счет сокращения числа красок, а также и повысить качество издания карт.

Принципиально процесс трехкрасочной печати многоцветных оригиналов заключается в следующем. Многоцветный оригинал,

чтобы копии с него можно было отпечатать в три краски, фотографируют последовательно с тремя разными цветными светофильтрами, получая для каждой краски свой негатив. На негативе, с которого будет изготовляться печатная форма для желтой краски, места, соответствующие желтому цвету на оригинале, должны быть прозрачными. Такой негатив получают фотографированием через фиолетово-синий фильтр, задерживающий желтые лучи. Негатив для голубой краски получают через оранжево-красный фильтр, для пурпурной—через зеленый.

Идеально каждая краска триады должна полностью пропускать лучи двух основных зон спектра и поглощать лучи третьей зоны. Поэтому желтую краску часто называют «минус синяя», пурпурную — «минус зеленая», голубую — «минус красная». Фильтр же должен пропускать лучи одной зоны — те, которые поглощаются соответствующей краской.

Трехкрасочная репродукция оригиналов осложняется тем, что реальные фильтры и особенно реальные краски существенно отличаются по своим избирательным свойствам от идеальных, т. е. имеют иные спектральные характеристики. На рис. 93 наглядно видно, что в идеальном случае кривая фильтра дополняет кривую соответствующей краски до получения кривой, соответствующей белому цвету, т. е. цвета краски и фильтра являются взаимно дополнительными. Кривые же реальных красок и фильтров в той или иной степени захватывают соседние зоны, они, кроме того, показывают, что и внутри каждой зоны интенсивность отражения (пропускания) по спектру разная. Вследствие этого подобрать комплект красок и фильтров для трехкрасочной репродукции таким образом, чтобы цветопередача получилась совершенно правильной, практически невозможно. Поэтому в процессе репродукции для исправления цветопередачи применяется цветоделительная ретушь негативов или так называемый метод маскирования. В настоящее время широкое распространение получают электронные методы цветоделения—цветокорректирования.

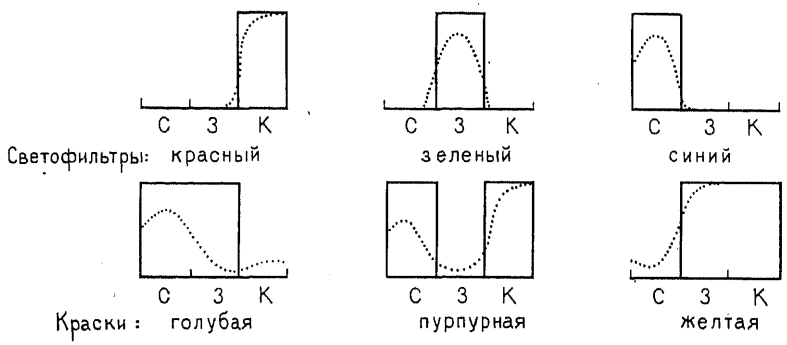


Рис. 93. Кривые спектральной характеристики:
а — идеальных фильтров и красок для трехкрасочной репродукции; *б* — реальных фильтров и красок

§ 61. ЦВЕТОВОЕ ЗРЕНИЕ

При оформлении карт всегда нужно учитывать особенности нашего зрения: остроту, способность к различению отдельных цветов, особенности восприятия при различных условиях освещения и т. д.

Наш глаз способен четко видеть предметы, удаленные от него на различные расстояния. Это объясняется способностью хрусталика менять свою кривизну таким образом, что изображение предмета всегда получается на сетчатке глаза. Это свойство глаза называется *аккомодацией.* Почти мгновенно, в десятые доли секунды, наш глаз настраивается на резкое видение разноудаленных предметов, например при переводе взгляда от книги вдаль.

Надо иметь в виду, что если контраст по светлоте между рассматриваемым предметом и фоном мал, глаза быстро устают, так как требуется усилие аккомодационных мышц. Контраст должен быть не менее 3 %. Это — предел устойчивости ясного видения (при этом условии предмет виден очень плохо, едва заметен).

Строение и свойства сетчатки в основном объясняют природу нашего зрения. При толщине около 0,2 мм сетчатка имеет 10—12 слоев и содержит десятки миллионов светочувствительных клеток — палочек и колбочек, соединенных с мозгом сложной системой нервных волокон. Колбочки, менее чувствительные к свету, работают только днем, с их помощью мы различаем цвета. Палочки работают в сумерках и ночью, на различия в цвете (цветовом тоне) они не реагируют. Колбочек в сетчатке глаза насчитывается около 6 000 000, палочек — около 120 000 000, причем колбочки расположены преимущественно в центре сетчатки — в желтом пятне и вокруг него, палочки — главным образом по периферии. Окончания палочек и колбочек содержат особые вещества — зрительные пигменты (в палочках — родопсин, а в колбочках — иодопсин), разлагающиеся на свету. При распаде молекул этих веществ возникает импульсный электрический ток, подающий через систему нервов сигнал в зрительный центр коры головного мозга. Эти вещества восстанавливаются, на что требуется некоторое время — в зависимости от условий раздражения и от поступления с током крови необходимых веществ. Таким образом, наш орган зрения включает в себя не только глаз, но и зрительный нерв со сложной системой разветвлений и зрительный центр коры головного мозга.

Приспособление глаза к различным условиям освещения, связанное с изменением его чувствительности, называется *адаптацией.*

Темновая адаптация (процесс восстановления в палочках родопсина) продолжается до 1,5 часов, в результате чего чувствительность глаза в первые минуты быстро, а затем очень мед-

ленно возрастает примерно в 100 000 раз. Адаптированный к темноте глаз может видеть свет всего в несколько квантов (например, свет свечи на расстоянии в несколько километров).

Световая адаптация происходит значительно быстрее—всего за несколько секунд, в течение которых светочувствительные элементы сетчатки закрываются поднявшимися снизу черными пигментными клетками, предохраняющими их от разрушения ярким светом.

Понижение чувствительности глаза к восприятию отдельных цветов в результате утомления соответствующих цветоощущающих элементов называется *цветовой адаптацией.* Особенно сильно утомляют глаз красный и сине-фиолетовый цвета, менее всего — зеленые, причем чувствительность глаза уменьшается быстрее и в большей степени при возрастании раздражения, т. е. если цвета яркие.

Адаптацию глаза, как особенность нашего зрения, нужно иметь в виду при оформлении карт и при работе с картами. Например, при переходе от одного вида освещения к другому, при переводе взгляда после долгого рассматривания более темных или однообразно окрашенных мест карты на другие — более светлые и по-другому окрашенные участки и т. д.

Способность нашего глаза различать цвета объясняется тем, что в сетчатке имеются колбочки трех видов, содержащие вещества с различным избирательным поглощением, по-разному реагирующие на световые лучи. Одни колбочки чувствительны к красной зоне спектра, другие — к зеленой, третьи — к синей. Впечатление того или иного цвета возникает у нас в зависимости от того, в какой мере возбуждаются красно-, сине- и зеленоощущающие колбочки. Так, при действии на глаз белого света все три вида колбочек раздражаются в одинаковой степени; если раздражены больше красно- и зеленоощущающие колбочки, мы видим желтый цвет и т. д.

Очень схематично, но достаточно наглядно это можно иллюстрировать такими же диаграммами, как и аддитивное смешение цветов (см. рис. 90). Степень возбуждения трех цветоощущающих элементов глаза (или трех соответствующих нервных центров коры головного мозга) зависит от интенсивности действующих на глаз лучей соответствующих трех зон спектра. Диаграммные столбики могут в этом случае означать красно-, зелено- и синеощущающие нервные центры, а высота столбиков — степень возбуждения этих центров в соответствии со спектральным составом действующего на глаз света. Такие диаграммы полезно строить для уяснения природы цветового зрения, однако они объясняют явление очень упрощенно и имеют лишь методическое значение.

На рис. 94 приведены кривые основных возбуждений, показывающие спектральную чувствительность красно-, зелено- и синеощущающих элементов (КЗС-приемников глаза). При воз-

действии белого света все три цветоощущающих элемента возбуждаются в одинаковой степени. Чтобы узнать, в какой степени возбуждается каждый из элементов при воздействии на глаз лучей того или иного спектрального цвета, нужно восстановить перпендикуляр из точки с соответствующей длиной волны до пересечения с кривыми. Так, цвет с длиной волны 575 нм (желтый) мы видим, когда красно- и зеленоощущающие элементы возбуждены одинаково (кривые пересекаются), а синеощущающий элемент совсем не возбужден.

Наше зрение неодинаково чувствительно к различным цветам спектра. Днем наш глаз наиболее чувствителен к зеленожелтым лучам (около 556 нм) — они кажутся ярче других, в ус-

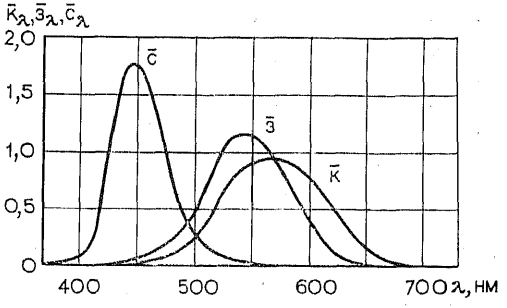


Рис. 94. Кривые спектральной чувствительности КСЗ-приемников глаза

ловиях сумеречного освещения — к голубо-зеленым лучам. Из опыта мы знаем, что цвета красно-оранжевой части спектра при слабом освещении кажутся темнее, чем цвета сине-зеленой части. Если днем мак и василек кажутся примерно одинаково светлыми, то в сумерках василек будет выглядеть заметно более светлым.

Следует учитывать, что встречаются различные нарушения цветового зрения. Некоторые люди вообще не различают цветов (ахроматы). Весь спектр они видят серым, с различиями лишь по светлоте. Встречаются люди с нарушением деятельности одного из видов колбочек («красно-слепые», «зелено-слепые», «сине-слепые»). Полагают, что различные нарушения цветового зрения встречаются примерно у 8 % мужчин и у 0,5 % женщин. Поэтому лица, занимающиеся красочным оформлением карт, подбором красок для издания и другими работами, связанными с цветом, должны проверить свое цветовое зрение.

§ 62. ВОСПРИЯТИЕ ЦВЕТОВ

Явление контраста

Наши зрительные ощущения возникают и пропадают не сразу. При различной силе раздражения на это требуется от 0,1 до 0,25 с.

Под действием света глаз утомляется, его чувствительность ослабевает. Если после яркой лампы посмотреть на белый экран, будет видно темное (негативное) изображение лампы. На темном же фоне, например, если, посмотрев на яркую лампу, закрыть глаза, будет, наоборот, видно светлое ее изображение. След от предшествующего раздражения называется *последовательным образом.* Если он по светлоте и цветовому тону соответствует раздражителю, как во втором случае с лампой, — это будет *положительный последовательный образ;* отличающийся по светлоте и цветовому тону — *отрицательный последовательный образ.*

Если около 0,5 мин смотреть, не отводя глаз, на яркий красный предмет, легко заметить, что насыщенность красного цвета уменьшится — утомились красноощущающие элементы. Если затем быстро перевести взгляд на белый или серый экран, будет видно изображение предмета голубо-зеленого цвета. Это объясняется тем, что красноощущающие колбочки были утомлены и при взгляде на белую поверхность не сразу включились в работу. В результате вместо белого (серого) цвета глаз некоторое время видит «минус красный», т. е. голубо-зеленый цвет.

Изменение цветов в результате предварительного воздействия на глаз иных цветовых раздражителей называется *последовательным цветовым контрастом.* При длительном рассматривании карт или при переходе от одного вида освещения к другому это явление следует учитывать.

Однако в картографии значительно бóльшую роль играет явление *одновременного цветового контраста,* когда цвет изменяется под влиянием окружающих или соприкасающихся с ним цветов. Одновременный контраст может быть светлотным, когда изменяется лишь светлота цвета (например, серый значок на черном фоне будет казаться более светлым, чем на белом фоне), или хроматическим, когда изменяется цветовой тон или насыщенность цвета. Например, в окружении зеленого красный цвет становится еще краснее, насыщеннее, желтый — изменяется в сторону оранжевого, так как к желтому прибавляется контрастный к фону цвет, в данном случае красный. Цвета хроматического контраста близки к дополнительным, но вследствие неодинаковой чувствительности глаза к различным цветным лучам несколько отличаются от них. Однако это отличие невелико, и на практике им можно пренебречь. В равноступенном цветовом круге противоположные цвета можно считать контрастными друг к другу.

При оформлении карт явление хроматического контраста следует учитывать, например, при окраске значков (пунсонов), размещенных на цветном фоне, при фоновой окраске малых площадей в окружении больших и т. д.

Краевой светлотный контраст легко заметить на шкале ступеней, последовательно изменяющихся по светлоте. В результате контрастного взаимодействия соседних полей площадь каж-

дой ступени кажется окрашенной неровно: светлее к более темной ступени и темнее — по границе с более светлой. Это же явление можно наблюдать и в светотеневом оформлении высокогорного рельефа на границе освещенных и теневых склонов в вершинной части гор, в результате чего светлые участки световых склонов кажутся еще светлее, а теневые склоны темнее, что усиливает пластический эффект.

На картах вдоль границ разноокрашенных цветных площадей бывает заметен и краевой хроматический контраст, особенно если цвета взяты достаточно насыщенными.

В некоторых случаях явление цветового контраста может способствовать улучшению оформления карты. Например, красный кружок на зеленом фоне будет казаться еще более красным, нередко превышающим по чистоте возможности данной краски. Если значки более светлые, чем фон, и фон к тому же не очень насыщен, то они будут казаться особенно яркими, броскими.

Аналогично влияние хроматического контраста, если на политической карте окраска маленького по площади государства дана цветом, контрастным к цвету более крупного соседнего государства.

Примером отрицательного влияния хроматического контраста может служить случай, когда цветной кружок в результате контрастного воздействия цвета фона станет хуже отличаться от кружков, обозначающих на карте другое явление.

Нужно иметь в виду, что цвет фигуры на белом фоне вследствие светлотного контраста кажется темнее, «грязнее». Чтобы использовать цветовой контраст для улучшения оформления, необходимо знать особенности этого явления.

Нужно иметь в виду, что теплые цвета (красный, оранжевый, желтый) заметно слабее действуют на изменение цвета помещенной на них фигуры, чем цвета холодные (синий, голубой, зеленый, фиолетовый). Контрастное изменение цветов проявляется сильнее при средней яркости и насыщенности фигуры и фона. Изменение цветового тона особенно сильно заметно, когда отсутствует контраст по светлоте, т. е. фигура и фон имеют примерно одну светлоту. При значительной разнице в площадях фигуры и фона контраст проявляется сильнее. При этом надо учитывать, что из двух фигур, одинаковых по площади, сильнее меняется цвет той фигуры, у которой больше периметр.

Отметим, что сильно очерченные контуры (например, толстый черный ободок) мешают проявлению контраста.

Другие особенности восприятия цветов

При оформлении карт весьма важным является вопрос о читаемости, заметности картографических знаков на разных цветных фонах. Этот вопрос еще недостаточно хорошо изучен, однако установлено, что лучше всего читаются черные знаки на желтом

фоне, несколько хуже — красные и синие на белом, а затем — черные на белом.

Особенно важно помнить, что знак более заметен при значительной разнице с фоном по светлоте. Различия в цветовом тоне и в насыщенности имеют меньшее значение. Например, знак, одинаковый с фоном по светлоте, может читаться недостаточно хорошо, даже если он сильно отличается от фона по цветовому тону или насыщенности. Но вполне хорошо может читаться знак, одинаковый по цветовому тону с фоном, при значительной разнице между ними по светлоте.

При оформлении карт нужно иметь в виду возникающие при определенных условиях зрительные иллюзии (рис. 95). Иллюзия цветовой пластики, заключающаяся в том, что теплые цвета

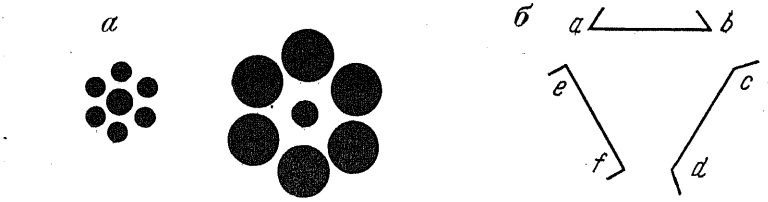


Рис. 95. Зрительные иллюзии:
а — внутренний круг слева кажется больше внутреннего круга справа; *б* — отрезки, обозначенные буквами, равны, но кажутся неравными как части явно неравных по размеру фигур

кажутся нам несколько выступающими вперед, а холодные — отдаляющимися, широко используется при гипсометрическом оформлении рельефа.

§ 63. ГАРМОНИЧЕСКИЕ СОЧЕТАНИЯ ЦВЕТОВ

При оформлении карт вопрос о подборе цветов и их сочетании является одним из самых важных и сложных. Именно от выбора красок, особенно для изображения фоновых элементов, часто зависит наглядность карты и ее художественная ценность, а следовательно, и общая ее оценка как картографического произведения. Поэтому и выбор красок для печати, если он не продиктован утвержденными шкалами, как, например, для геологических карт, должен проводиться с учетом научных рекомендаций.

К настоящему времени о цветовых гармониях накоплено много данных, подмечены определенные закономерности; однако этот вопрос весьма сложен и недостаточно еще разработан, рекомендации различных исследователей бывают разноречивы.

Обычно весь материал о цветовых гармониях исследователи подразделяют на следующие три группы (по Н. Д. Нюбергу):

1. *Эстетика изолированного цвета.* Здесь имеются в виду сведения о красоте отдельно взятых цветов, о том, какие цвета,

если их рассматривать отдельно, воспринимаются большинством как наиболее красивые. Сюда же относят и определение условий, в которых данный цвет выглядит особенно красивым (например, в соседстве с каким-либо другим цветом).

2. *Гармония колорита.* Здесь решается задача подбора цветов, «не мешающих» друг другу при совместном использовании, не портящих впечатления от произведения.

3. Собственно гармония или *гармония отношений.* Это такие сочетания цветов (обычно от 3 до 6), в которых каждый цвет настолько нужен и закономерен в сочетании с другими, что гармония разрушается, если один из цветов будет изъят или даже переставлен на место другого.

Эстетика изолированного цвета

Из отдельно взятых цветов наиболее красивыми кажутся прежде всего так называемые *цвета оптимальные* (включая белый и черный) и *полноцветные.* Если оптимальные цвета, как цвета идеальные, не могут быть получены с помощью красок, то полноцветные — это реальные цвета красок с сильно выраженной хроматичностью; они насыщенные и достаточно светлые (такие цвета часто называются интенсивными). Наиболее красивыми считаются цвета, соответствующие трем основным цветам спектра: красный, зеленый, синий, а также дополнительные к основным: голубой, пурпурный и желтый.

Полноцветные цвета кажутся особенно эффектными, красивыми при недолгом их рассматривании. Благодаря своей силе они быстро утомляют соответствующие цветоощущающие элементы сетчатки и при длительном рассматривании начинают тускнеть, терять свою красоту (цветовая адаптация). В картографии такие цвета для окраски больших площадей обычно не используются. Их применяют для окраски знаков, которые должны быть броскими, привлекать внимание читателя в первую очередь.

Полноцветные (интенсивные) цвета становятся еще более красивыми, чистыми, если они находятся на фоне, взаимно контрастном по цвету. Другой прием, позволяющий сделать полноцветные цвета еще более броскими, заключается в оформлении окружающего фона несколько «загрязненными», темноватыми цветами, создающими эффект более слабого освещения, чем то, при котором рассматривается карта. На таком фоне значки, окрашенные в полноцветные цвета, будут казаться еще более чистыми и яркими, иногда вплоть до иллюзии свечения.

Сочетание двух полноцветных контрастных цветов делает каждый из них более насыщенным, более красивым. Но в целом такие сочетания выглядят слишком резкими, «кричащими» и в оформлении карт, как правило, нежелательны. При сочетании цветов нужно учитывать и явление светлотного контраста. Темный цвет рядом со светлым может выглядеть менее красивым,

так как он кажется еще темнее, «грязнее». Серые цвета, взятые отдельно или в парных сочетаниях с хроматическими, красивее, если они просто серые, а не тонированные.

Гармония колорита

При фоновом оформлении карт часто приходится решать вопрос о подборе цветов, совместимых друг с другом, не портящих общего колорита. Здесь важно придерживаться заранее намеченных светлоты и насыщенности. Например, если все цвета (цветовые пятна) композиции решено давать светлыми, с пониженной насыщенностью, т. е. несколько белесоватыми, то в общей группе не должно быть ни одного сильного, чистого цвета. Такой цвет, сам по себе красивый, нарушит гармонию, закономерность построения, испортит впечатление от карты. Не должно быть и очень темных или слишком светлых цветов. Разумеется, небольшие отклонения по светлоте и насыщенности от некоторого среднего могут быть, главное — чувство меры. Этот вид гармонии — основной при решении фонового оформления многих карт.

Гармония отношений

Гармоничность цветового построения заключается в ее закономерности, но не во всякой, а лишь воспринимаемой зрением.

Наше зрение способно оценивать относительные «психологические расстояния» между цветами, и мы воспринимаем как гармоничные такие построения, в которых эти различия подчинены определенному закону. Так, хорошим примером гармоничного построения будет служить равноступенный ахроматический ряд, построенный по закону Вебера — Фехнера, а также закономерно построенные цветовые ряды.

Можно построить цветовой круг, соседние ступени которого будут отличаться по цвету на одинаковую для глаза величину. Установлено, что в таком равноступенном круге на противоположных концах диаметра будут находиться взаимно контрастные цвета (а не дополнительные). Цветовой круг в 45 цветов, примерно равноступенный, приведен в книге Е. Б. Рабкина «Атлас цветов» (М., Медгиз, 1956).

В литературе по цветоведению обычно приводятся лишь общие указания по подбору гармонично сочетающихся цветов, касающиеся, как правило, цветов насыщенных, ярких, которые в фоновом оформлении карт обычно не применяются.

Картографом Н. Г. Бокачевым были проведены исследования гармоничных сочетаний цветов применительно к фоновому оформлению некоторых карт. Было установлено, что сочетания двух цветов двенадцатичленного равноступенного круга будут наилучшими, если они взяты в пределах большого интервала — через 4 или через 3 ступени. Противоположные цвета (контрастные) сочетаются несколько хуже (в некоторых руководствах они признаются лучшими). Сочетания цветов через 2 ступени

не так хороши, а через 1 ступень — еще менее гармоничны. Сочетания же соседних цветов вполне гармоничны, но в окружении сочетаний такого же типа.

Эти выводы в основном справедливы не только для насыщенных, но и для малонасыщенных, осветленных и утемненных цветов, однако малонасыщенные цвета лучше, чем насыщенные, сочетаются через 2 и 1 ступени; сочетания контрастных цветов лучше у осветленных. Сочетания осветленных, а также утемненных цветов надо подбирать, пользуясь соответствующими цветовыми кругами.

Надо отметить, что гармоничность сочетаний проще достигается при понижении насыщенности окраски и росте светлоты. Цвета сильные, яркие как бы отталкиваются друг от друга, мешают восприятию цветовой композиции как единого целого.

Наиболее общепринятыми являются рекомендации по выбору гармоничных сочетаний из трех цветов. Лучше всего сочетаются цвета, равноотстоящие друг от друга в равноступенном цветовом круге. Примеры наиболее употребительных триад: оранжевый, зеленый, фиолетовый; пурпурный, желтый, голубой.

Нужно помнить, что вопросы гармонических сочетаний цветов должны решаться всегда с учетом конкретных оформительских задач, что сочетание цветов, признаваемое красивым для одного случая, для другого может оказаться неприемлемым. Например, сочетание ярких, сочных красок, привычное для геологической карты, может быть неприемлемо для карты политической или политико-административной.

Хороший вкус — более глубокое понимание прекрасного — воспитывается, развивается при воздействии на человека прекрасных, совершенных творений искусства. Поэтому картографам, чтобы правильно оценивать сочетания цветов и находить наилучшие варианты, необходимо посещать художественные выставки, изучать творчество художников, а также анализировать с точки зрения оформления лучшие образцы карт и атласов. Словесные же указания о подборе наилучших сочетаний цветов не могут быть достаточными, они дают лишь общие, ориентировочные правила и рекомендации.

Психофизический закон Вебера — Фехнера

В практике оформления карт нередко бывает важно учитывать основной психофизический закон Вебера — Фехнера, устанавливающий зависимость наших ощущений от степени раздражения органов чувств. В соответствии с этим законом, например, мы ощущаем изменения в громкости звука, оцениваем, взвешивая на руке, изменения в весе предметов и т. д. Этому закону подчиняется и восприятие нашим зрением цветов.

Минимальная величина светового раздражения, на которую может реагировать глаз, т. е. которой достаточно, чтобы вызвать минимальное ощущение, называется *абсолютным порогом раздражения.* Мы упоминали о том, что для адаптированного

к темноте глаза эта величина чрезвычайно мала (до нескольких квантов света). Минимальный прирост раздражения, достаточный для того, чтобы вызвать едва заметное изменение ощущения, называется *порогом различения* или пороговой разностью яркостей.

Отношение порога различения (ΔB) к существующему раздражению (B) называется относительным порогом яркости, является постоянной величиной и не зависит от абсолютной величины раздражения — яркости (однако при очень больших, «слепящих» или, наоборот, ничтожных яркостях эта закономерность может нарушаться). Например, изменение в освещенности можно заметить, если оно будет порядка 2 % первоначальной величины освещенности. Приведенное отношение говорит о том, что изменение в ощущении светлотных разниц, например между ступенями шкалы, зависит не от абсолютной разницы в светлоте, а от отношения разности светлот к абсолютной величине светлоты. Давно замечено, что серый цвет, средний для глаза между черным (со светлотой $\rho=2$ %) и белым ($\rho=98$ %), будет иметь светлоту совсем не 50 %, а всего 14 %, так как $(98-14)/98=(14-2)/14$.

В ряду ступеней с коэффициентами отражения 100, 80, 60, 40 % видимое различие между ступенями по светлоте не будет одинаковым, т. е. ряд не будет восприниматься равноступенным. Таким будет ряд с постоянным отношением светлот, например, ряд 100, 50, 25, 12,5 %... Приведенные примеры иллюстрируют психофизический закон Вебера — Фехнера: для того чтобы ощущения изменялись на одинаковые величины, или в арифметической прогрессии, раздражения должны изменяться, сохраняя одно и то же отношение, т. е. в геометрической прогрессии, или, в другой формулировке: ощущение пропорционально логарифму раздражения. Этот закон объясняет, например, плохую различимость для глаза светлых ступеней ряда с арифметически меняющимися светлотами и хорошую различимость темных ступеней такого ряда (рис. 96, *а*). На рис. 96, *б* показана шкала, построенная в соответствии с законом Вебера — Фехнера, т. е. равноступенная (равноконтрастная).

Закон Вебера — Фехнера обязательно нужно учитывать при

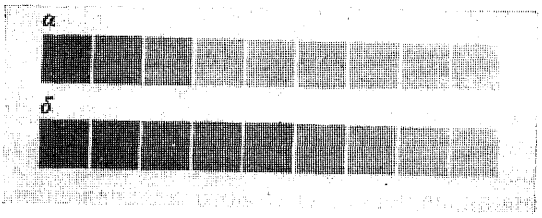


Рис. 96. Серые шкалы:

а — равномерная по изменению светлоты; *б* — равноконтрастная в соответствии с законом Вебера—Фехнера

построении гипсометрических шкал, при фоновом оформлении карт в случае передачи фоновой окраской количественных характеристик изображаемых явлений и т. д.

§ 64. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЕ ЦВЕТОВ

Простейшими системами цветов являются, например, обычный спектр видимого света, разные варианты цветовых кругов, цветовых треугольников. Эти системы, связанные с изображением цветов на плоскости, не могут охватить всего их многообразия, так как цвет, как известно, имеет три характеристики (λ, P, ρ), которые могут быть использованы в качестве координат при построении объемных систем цветов. С целью создания единой системы, которая охватывала бы все возможные цвета, были предложены различные варианты объемных систем цветов — цветовые тела. *Цветовым телом* называют модель цветового пространства, вмещающую все реальное многообразие цветов, возможных при данном освещении.

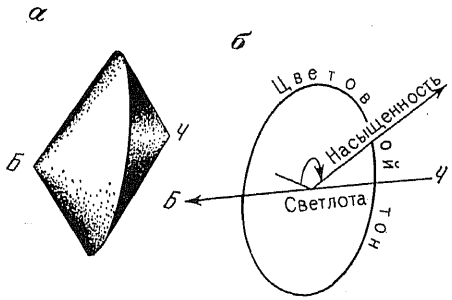


Рис. 97. Цветовое тело по Е. Б. Рабкину:
а — общий вид; *б* — координатная система

Были предложены модели самых различных форм: цветовой шар, цветовой конус, цветовой куб, цветовая полусфера, цветовая пирамида и т. д. Были созданы многочисленные цветовые шкалы, таблицы, атласы цветов. Построение каждого цветового атласа тесно связано с принципами построения соответствующего тела. Как пример рассмотрим Атлас цветов Е. Б. Рабкина, построенный на основе цветового тела, представляющего собой двойной круговой конус с горизонтально расположенной осью (рис. 97). Эта ось является ахроматической осью тела, на ней расположены цвета от черного до белого. Сечения конуса, перпендикулярные к ахроматической оси,— цветовые круги, в которых по окружности откладываются цветовые тона, а по радиусу-вектору — насыщенность (чистота) цвета, меняющаяся от нуля у ахроматической оси до максимума у поверхности тела.

В основу этой модели положен цветовой круг, в котором на противоположных концах диаметра расположены цвета, близкие к контрастным. Благодаря этому все цвета круга примерно одинаково отличаются друг от друга, т. е. круг равноконтрастный, расположение цветов в таком круге лучше отражает соотношение цветов в спектре, чем в круге, построенном по принципу дополнительных цветов.

Атлас может быть использован для определения (измерения) цветов, для их подбора при решении различных прикладных задач.

В современной науке и практике во многих случаях бывает необходимо точно определить тот или иной цвет, используя количественные характеристики, а также воспроизвести цвета по этим характеристикам.

Колориметрические измерения применяются сейчас во многих производственных процессах и научных исследованиях. При издании многоцветных карт и атласов, так же как и в полиграфической промышленности, использование точных колориметрических характеристик цветов (например, печатных красок, светофильтров и т. д.) способствует улучшению качества продукции.

Количественная оценка цвета основана на явлении смешения цветов. На этом принципе построена первая трехцветная международная колориметрическая система *RGB*. Поскольку любой цвет (обозначим его M) можно получить путем аддитивного смешения трех основных цветов — красного, зеленого и синего, взятых в определенных количествах, то, обозначив их соответственно буквами R, G, B *, мы можем записать это в виде уравнения

$$M = r'R + g'G + b'B.$$

Это уравнение называется *цветовым уравнением*. Коэффициенты r', g', b', показывающие соответственно, сколько единиц красного, зеленого и синего нужно взять, чтобы получить данный цвет M, называются *координатами цвета;* произведения $r'R$, $g'G$, $b'B$ носят название *цветовых составляющих.*

Если требуется определить лишь качественную характеристику цвета (цветность лучей), то удобно пользоваться координатами цветности r, g, b, которые представляют собой отношения каждой из координат цвета к их сумме. Поскольку $r+g+b=1$, цветность любого цвета может быть выражена графически. Цветовой график в системе определения цветов *RGB* позволяет решать многие задачи, связанные с цветовыми расчетами. Но расчеты сильно осложняются тем, что в этой системе нельзя избавиться от отрицательных значений координат цветности.

Это обстоятельство побудило ученых к созданию другой системы определения цвета, которая была утверждена в 1931 г. Международной комиссией по освещению и стала носить название системы *XYZ МКО*. X, Y, Z — это три основных цвета, являющиеся единичными, т. е. сумма координат цветности равна единице ($x+y+z=1$). Однако величинам X, Y, Z следует придавать лишь расчетный смысл, поскольку это цвета условные, не существующие в природе. Основные цвета X, Y, Z могут

---

* Начальные буквы названий тех же цветов на английском языке.

быть выражены через основные цвета R, G, B. В системе XYZ любой цвет выразится уравнением

$$M = x'X + y'Y + z'Z.$$

На рис. 98 приведен цветовой график в системе XYZ. Любая точка внутри графика соответствует определенному цвету

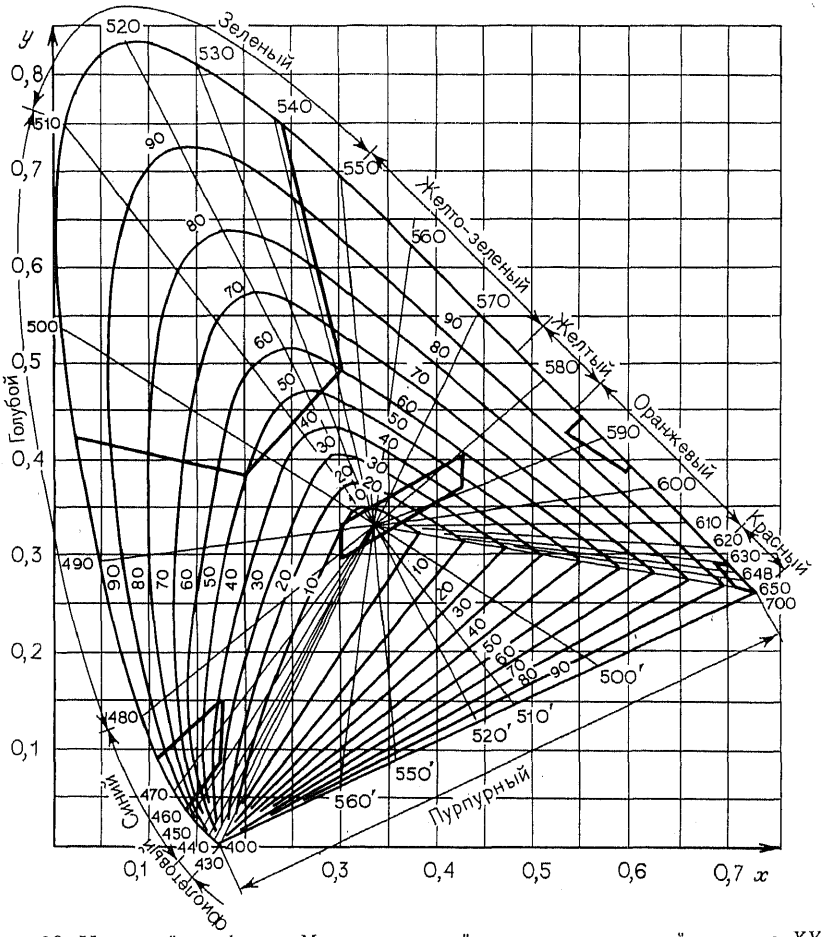


Рис. 98. Цветовой график в Международной колориметрической системе XYZ

с координатами цветности x и y. В середине графика расположен белый цвет. Линия спектральных цветов снабжена оцифровкой, показывающей длину волны (λ, нм) соответствующих спектральных цветов. Одинаковую длину волны будут иметь все цвета, находящиеся на прямой линии, соединяющей точку белого цвета с данным спектральным цветом. Поэтому, чтобы получить значение λ для любого цвета, образованного при смешении спектрального и белого, надо провести прямую от точки

белого цвета через точку взятого цвета до линии спектральных цветов, на которой и прочитать значение λ.

Удаление точки некоторого цвета на графике от точки белого цвета говорит о чистоте P данного цвета. Для ее определения на график нанесены кривые одинаковой чистоты цвета, оцифрованные через интервал в 10 %.

Таким образом, чтобы получить точные данные о цвете, нужно определить одним из способов координаты этого цвета x', y' и z', по ним получить координаты цветности x и y, по значениям которых на графике найти точку, соответствующую цветности данного цвета. На графике по положению этой точки определяют длину волны (λ, нм) и чистоту (P, %), т. е. качественные характеристики цвета, а его светлота (ρ, %), которую можно считать количественной характеристикой будет равна значению y'.

В 1964 г. была принята новая колориметрическая система *UVW*. Цветовой график в этой системе построен так, что расстояния между точками двух цветов пропорциональны величинам зрительных различий между этими цветами (равноконтрастный график). Эта система удобна, например, при измерении различий в цветах печатных оттисков и оригиналов.

Методы измерения цвета подразделяются на визуальные (зрительные) и фотоэлектрические. Первые основаны на глазомерном сравнении измеряемого цвета с некоторым эталонным, координаты которого известны. При фотоэлектрическом методе сравнение измеряемого цвета с эталонным выполняют фотоэлементы, соединенные с гальванометрами.

Простейшим визуальным устройством для измерения цвета может служить вертушка Максвелла для смешения цветов, снабженная набором цветных кружков, для каждого из которых известны x', y', z'. Для измерения цвета можно ограничиться тремя цветными, черным и белым (для подравнивания по светлоте и насыщенности) эталонами.

Цвет образца можно измерить с помощью цветового атласа, например Атласа цветов Е. Б. Рабкина, путем подбора поля атласа, одинакового по цвету с измеряемым образцом. Цветовые поля атласа промерены и имеют характеристики λ (нм), P (%) и ρ (%), а также координаты цветности x и y.

Однако атлас содержит небольшое число таблиц, что ограничивает его применение.

Наиболее точными и удобными являются приборы, предназначенные специально для измерения цвета,— колориметры. Принцип действия колориметров визуального типа основан чаще всего на явлении аддитивного смешения цветов, но применяются и субтрактивные зрительные колориметры.

Координаты цвета можно получить и расчетным путем, если имеются кривая распределения энергии в спектре излучения и кривая спектрального отражения поверхности. Этот метод дает точные результаты, но сложен и трудоемок.

Глава 17.

ХРОМАТИЧЕСКОЕ ФОНОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ КАРТ

§ 65. НАЗНАЧЕНИЕ ХРОМАТИЧЕСКОГО ФОНОВОГО ОФОРМЛЕНИЯ КАРТ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕМУ

Хроматическое фоновое оформление карт заключается в ровной окраске ограниченных участков цветами, различающимися по тону, насыщенности и светлоте. Хроматическая фоновая окраска повышает читаемость и наглядность карт, придает им привлекательность своими разнообразными цветовыми сочетаниями. Но значение хроматического фонового оформления карт не ограничивается его декоративно-художественными качествами. Хроматическая фоновая окраска часто служит единственным средством для передачи на картах их основного содержания. Причина недооценки роли хроматического фонового оформления карт отчасти заключается в его названии, которое по ассоциации со значением хроматического фона в изобразительном и особенно в декоративно-прикладном искусстве создает представление о нем как о второстепенном элементе общей художественной композиции.

На примере карты «Пушное хозяйство» (Атлас Якутской АССР, М., 1981 г.) можно убедиться в том, что хроматическая фоновая окраска не служит просто декоративным элементом. Она менее броска по цвету, чем условные знаки, и как бы отступает на второй план, но имеет равное с ними значение. Различие же в интенсивности окраски значков и фона служит лишь средством повышения читаемости карты.

На таких тематических картах, как геологические, почвенные, растительности и ряде других, хроматическая фоновая окраска передает их смысловое содержание и воспринимается как первый план изображения.

Хроматическое фоновое оформление карт выполняется для того, чтобы посредством цвета достичь следующих результатов: передать (раздельно или совместно) качественную и количественную характеристики природных или социально-экономических явлений; повысить наглядность карты, в частности: наглядно представить географическое размещение и плановые очертания всех территориальных единиц, выделенных на карте цветом; обеспечить возможность легкого ориентирования в пределах указанных границ; визуально оценить соотношение поразному окрашенных площадей; повысить эстетические качества картографического изображения (красочность, привлекательность).

Отсюда вытекают общие требования к хроматическому фоновому оформлению карт, которые заключаются в следующем.

Цвета окраски площадей на карте должны четко различаться между собой и опознаваться по легенде. При неслож-

ной легенде это требование легко выполнить, окрашивая однородные по качеству участки в один и тот же цвет, отличающийся от цвета окраски участков с иными качествами. Если площади окрасок малы, то насыщенность цвета усиливают, чтобы повысить его броскость. В тех случаях, когда легенда состоит из многих качественно различных единиц, их окраску выполняют цветами, различающимися по всем характеристикам цвета — цветовому тону, светлоте, насыщенности.

Та или иная тональность по возможности удерживается за целой группой качественных единиц, объединенных каким-либо общим родством. Для отдельных групп используют и несколько тональностей, но при условии, что они составляют определенный колорит (например, группа сине-фиолетовых окрасок). В качестве дополнительного различия между группами окрасок служат изменения в чистоте цвета или в светлоте тонов.

Красочное фоновое оформление карты в целом должно быть гармоничным по цветовым сочетаниям. Небольшое число площадей на карте не вызывает особых затруднений в гармоничной окраске их. При сложной легенде, если выбор цветов окраски не ограничен какими-либо дополнительными условиями, в первую очередь решают цветовое оформление больших площадей, так как они создают общий колорит всего фонового оформления. После их окраски подбирают цвета для остальных площадей, руководствуясь принципом гармоничных сочетаний цветов.

Фоновые окраски на карте по возможности должны иметь цвета, свойственные отображаемым явлениям или символизирующие их. Предпочтение следует отдавать тем цветам, которые ассоциируются с отображаемым явлением (например, отрицательные температуры показывать холодными цветами, положительные — теплыми и т. п.).

§ 66. ВИДЫ ФОНОВОГО ОФОРМЛЕНИЯ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

По выполняемой на карте функции фоновая окраска бывает:
с качественной характеристикой изображаемого явления,
с количественной характеристикой,
с качественной и количественной характеристиками,
в качестве цветового различителя.

Фоновая окраска с качественной характеристикой изображаемых явлений применяется в тех случаях, когда на карте должны быть выделены территории (площади), различающиеся между собой по каким-либо качественным признакам. Например, на почвенной карте разными цветами показывают участки с определенными видами почв, на карте сельского хозяйства — районы специализаций (зерново-картофельные, льно-молочные и т. п.). Примером социально-экономических карт с качественной фоновой окраской может служить карта национального со-

става населения, помещенная в Атласе Якутской АССР на стр. 25.

Фоновая окраска с количественной характеристикой применяется при картографировании явлений способами картограмм, изолиний, ареалов.

С помощью картограмм передают среднюю интенсивность какого-либо явления, чаще всего в пределах административных территориальных единиц. Каждая из них окрашивается по специально разработанной шкале количественных показателей таким образом, чтобы по густоте окраски можно было судить об интенсивности явления. Наглядным примером служат карты плотности населения, посевных площадей в Атласе Якутской АССР на стр. 24, 30.

Способ изолиний применяется, в частности, на картах физической серии. Так, например, количественные изменения температуры через равные интервалы показываются изотермами — линиями равных значений температуры, изменения атмосферных осадков — изогиетами, давления воздуха — изобарами и др. Для большей наглядности интервалы между соседними изолиниями окрашиваются либо одним цветом усиливающейся густоты, либо несколькими цветами, гармонично переходящими один в другой с нарастанием густоты окраски. В обоих случаях густота окраски характеризует интенсивность явлений, т. е. отражает его количественный показатель. Примером одноцветной фоновой окраски может служить карта июльской средней месячной температуры воздуха в Атласе Якутской АССР на стр. 15. На той же странице атласа расположена карта январской средней месячной температуры воздуха, оформленная по многоцветной шкале.

При отображении явлений способом ареалов их количественные характеристики могут быть переданы фоновой окраской (в пределах самих ареалов) путем изменения цвета и усиления густоты окраски. Так, на карте «Лесное хозяйство» в Атласе Якутской АССР (стр. 32) цветом обозначены не только области распространения древесной растительности (ареалы), но и количественный показатель средних запасов спелых и перестойных насаждений.

На картах с фоновым оформлением, совмещающим в себе оба показателя (качественную и количественную характеристики явления), качественную характеристику обычно передают цветовым тоном, а количественную — густотой окраски. Такое хроматическое фоновое оформление карт находит применение на экономических картах, когда цветом показывают не только разновидности отраслей промышленности или сельского хозяйства, но и одновременно густотой окраски выделяют степень интенсивности их развития по отдельным географическим или административным районам.

Этот же прием применяется при оформлении климатических карт. Цветовые тональности приурочивают к качественным

характеристикам климатических поясов (например, фиолетовыми тонами выделяют холодный пояс, зелеными — умеренный, оранжево-красными — жаркий). Густотой же окраски указанных тональностей в каждом поясе показывают количество годовых осадков. По такому принципу можно оформить и карты народностей, показывая цветовым тоном этнографические разновидности, а густотой окраски плотность расселения.

Фоновая окраска, не выражающая качественной или количественной характеристики явления, присуща фоновому оформлению политико-административных карт. Цветной фон на них выполняет функцию цветового различителя для наглядного деления всей площади суши на отдельные части. Принадлежность территории тому или иному государству, республике, области и т. п. поясняют надписи на самой территории или цифровые сноски в легенде. Частично качественную характеристику на политико-административных картах несут штриховые знаки границ с цветной окантовкой в один, два и три слоя, значение которых раскрывается в легенде.

§ 67. ОФОРМЛЕНИЕ КАРТ С РАЗЛИЧНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ИЗОБРАЖАЕМОГО ЯВЛЕНИЯ

При фоновом оформлении карт с качественной характеристикой изображаемого явления помимо предъявленных требований, изложенных в § 65, ставится условие, чтобы броскость цветовых окрасок соответствовала сущности отображаемых явлений. Например, на карте народов СССР малочисленные народы Сибири (эвенки, эвены и др.) рассредоточены на большой территории, в то время как площадь Украины меньше, но плотность населения значительно больше. Поэтому окраска этих территорий должна иметь разную броскость. Например, малонаселенные территории Сибири окрашиваются менее насыщенными и менее чистыми цветами, чем Украина. Такая окраска будет соответствовать относительной плотности населения.

При фоновом оформлении карт с количественной характеристикой изображаемых явлений при использовании двух цветов или более окраска ступеней шкалы количественных показателей должна изменяться в закономерной последовательности. Если шкала состоит из небольшого числа ступеней, то ограничиваются одним цветом и путем его сгущения охватывают весь диапазон показателей от минимального до максимального. В Атласе Якутской АССР по такому принципу оформлены карты «Учреждения культуры» и «Музеи, библиотеки» (стр. 35).

При большом количестве ступеней шкалы используют два цвета и более, постепенно переходящих один в другой. Применение нескольких цветов позволяет не доводить окраску ступ-

пеней до чрезмерного сгущения, а следовательно, до темноты, которая может оказаться неизбежной при окраске в один тон. Многоцветные шкалы повышают художественные качества оформления. Они широко применяются на картах комплексных атласов. Использование шкал из нескольких цветов дает возможность повысить читаемость количественных показателей, соответствующих отдельным ступеням шкалы, благодаря четкой различимости их окрасок по цветовому тону. Примером такого оформления может служить карта поверхностных вод в Атласе Якутской АССР (стр. 17).

Количественные значения, передаваемые цветом, легче запоминаются. Даже при небольших различиях в тонах можно сразу увидеть, где размещены участки одного цвета и какому показателю они соответствуют. По шкалам же, изменяющимся только густотой окраски ступеней одного тона, труднее установить размещение равнозначных участков и приходится чаще обращаться к легенде.

Кроме этого, при фоновом оформлении карт с количественными показателями по шкале сгущения окраски одного цвета может в бо́льшей степени сказаться отрицательное действие светлотного контраста, чем при полихромной шкале. При способе картограмм не исключено использование шкал в восемь и более ступеней. При этом светлый участок в окружении самых темных вследствие светлотного контраста будет казаться намного светлее, чем среди менее темных участков. Хроматический же контраст проявляется слабее, поэтому многоступенные шкалы количественных показателей предпочтительно строить не только на различии в густоте окраски какого-либо одного цвета, но и на изменении цветового тона.

Для фоновой окраски с количественной характеристикой можно использовать однородные шкалы, изменяющиеся по цветовому тону. Примером применения этих шкал служит карта «Продолжительность безморозного периода» в Атласе Якутской АССР (стр. 28). Эффект роста количественного показателя на этой карте достигается не усилением насыщенности цвета, а «утеплением» тона. Однако для психологического восприятия роста количественного показателя более важным, чем «утепление» тона, является усиление насыщенности.

Полихромные шкалы возрастающей густоты окраски наилучшим образом обеспечивают визуальный эффект роста количественного показателя, так как различия в окраске непрерывно возрастают от нижней до верхней ступени. Цвета окрасок при этом изменяются по всем трем характеристикам цвета: цветовому тону, насыщенности и светлоте.

При фоновом оформлении броскость окраски ступеней шкалы должна создавать зрительное представление о характере изменения количественных показателей. Основанием для выполнения этого требования служат следующие исходные положения:

принцип построения шкалы количественных показателей,
психофизический закон Вебера — Фехнера,
величина площадей цветовых окрасок на карте,
сглаживание ощущения цветовых различий между окрасками малых площадей, обусловленное физиологическими особенностями зрения.

Сущность этих положений в данном случае заключается в следующем. Шкалы количественных показателей могут быть построены по принципу возрастания их в арифметической или геометрической прогрессии.

В первом случае окраска ступеней шкалы должна создавать впечатление равномерно возрастающего цветового ряда, что достигается «утеплением» цвета и особенно ростом его насыщенности. При этом по закону Вебера — Фехнера окраску каждой ступени шкалы надо выполнять, наращивая интенсивность цвета не в арифметической, а в геометрической прогрессии, чтобы ряд визуально воспринимался равномерно возрастающим.

В еще большей степени это относится к шкалам, в которых цветом ступеней передается геометрическая степень возрастания количественного показателя. Окраска ступеней при этом усиливается еще больше. Особенно быстро должна нарастать разница в силе окраски в тех случаях, когда окрашиваемые площади по мере роста количественного показателя уменьшаются в размерах.

Чувствительность зрения к восприятию различий в окраске небольших или узких площадей снижается по всем цветовым показателям, причем по цветовому тону и насыщенности быстрее, чем по светлоте. Поэтому соседние узкие полосы окраски должны иметь в первую очередь разную светлоту.

Рассмотрим принцип последовательности окраски шкалы для карты с количественной характеристикой изображаемого явления, для чего возьмем сложный пример оформления карты температуры воздуха в Географическом атласе для учителей средней школы (М., 1982). На этой карте температуры воздуха передаются двенадцатью количественными показателями. Возрастание температуры логично отобразить переходом цветовых тонов от холодных к теплым. Но одно лишь изменение цвета не обеспечит четких различий в окраске всех ступеней шкалы и не создаст впечатления о непрерывном и равномерном росте количественных показателей. Поэтому на данной карте использована полихромная шкала, в которой осуществляется не только постепенный переход от холодных тонов к теплым, но и усиление насыщенности окраски ступеней. Отрицательным температурам соответствуют сине-зеленые цвета, густота которых тем больше, чем ниже температура, положительным — бледные желтые цвета, сменяющиеся оранжевыми и более насыщенными красными.

§ 68. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЛИТИЧЕСКИХ И ПОЛИТИКО-АДМИНИСТРАТИВНЫХ КАРТ

К фоновому оформлению политических и политико-административных карт предъявляют дополнительные требования, кроме общих, указанных в § 64:

цвета окраски отдельных территорий на карте должны четко различаться между собой,

сочетание цветов на карте должно быть гармоничным,

оформление фона карты не должно создавать впечатления раздробленности всей территории (материка, государства и др.).

В настоящем тексте условимся называть *однородными территориальными единицами* те, которые имеют равноценное политическое или административное значение и занимают сравнительно одинаковые площади. Примерами таких однородных территориальных единиц могут служить: материк, разделенный на государства; государство, расчлененное на штаты, департаменты и пр.; республика с делением на области; области и входящие в них районы и т. п.

Чтобы посредством многоцветной фоновой окраски отдельных площадей на карте создать зрительное впечатление однородности всего комплекса, необходимо использовать цвета одинаковой броскости. При небольшом количестве окрашиваемых площадей используются чистые цвета, причем для настольных карт — прозрачные, а для настенных, особенно школьных,— более насыщенные.

Окраска на всей карте должна иметь примерно одинаковую светлоту. На политических картах мира или отдельных материков допустима и более ощутимая светлотная разница. Отметим, что при окраске территорий государств следует учитывать цвета, ставшие традиционными, например, для Великобритании — зеленые, для Франции — фиолетовые.

Используемые цветовые тональности необходимо распределять равномерно по всей карте так, чтобы не образовывались группы или цепочки площадей, имеющих близкую по тону окраску. В этом состоит смысл цветового уравновешивания оформления — создание представления об однородности структуры политического или административного деления.

Неоднородными территориальными единицами условимся считать те, которые имеют одинаковое политическое или административное значение, но различаются размерами занимаемой площади. При окраске их цветами, близкими по светлоте и насыщенности, малые площади окажутся менее заметными, чем большие. Усиления цветовой броскости малых площадей достигают путем применения красок с большой спектральной чистотой или усилением густоты окраски, а также использованием для малых площадей цветов, контрастирующих по цветовому тону с окружающими площадями.

Политические карты мира, а также политико-административные карты СССР являются сложными с точки зрения фонового оформления, так как включают территориальные единицы, неодинаковые как по своему политико-административному значению, так и по занимаемой ими площади.

Многоцветное фоновое оформление карты СССР с делением на союзные республики и республик — на области зрительно должно восприниматься как единое целое, состоящее из равных по своему значению союзных республик. Каждая республика, независимо от занимаемой ею площади, должна выделяться на карте индивидуальностью окраски, одинаковой по степени броскости с окраской других республик.

Объединение в целое областей республик достигается окраской их в цвета какого-либо определенного колорита с небольшими изменениями тональностей, светлоты и насыщенности. Так, например, территория УССР с подразделением на области обычно оформляется в различных вариантах зеленых тонов, БССР — в фиолетовых и т. п.

При фоновом оформлении карт на большую территорию, например РСФСР, которая имеет самую большую площадь из всех республик СССР, рекомендуется придерживаться следующих правил:

для окраски отдельных площадей допустимо использовать различные цветовые тона, за исключением близких по цвету водных пространств;

окраска больших смежных территорий делается светлыми малонасыщенными цветами;

цвета окрасок распределяются равномерно по площади карты;

броскость цветовых пятен окраски должна быть одинаковой: даже одно резко выделяющееся пятно может нарушить впечатление единства окрашенных площадей;

не допускается окраска отдельных площадей цветами, контрастными по светлоте, цветовому тону и насыщенности, так как при этом может сложиться впечатление об их разобщенности и дроблении всей территории на части; окраска отдельных площадей, расположенных на периферии большой территории, не должна быть близкой по цвету окраске соседних площадей.

Различно окрашенные площади объединяет цветная окантовка их общей границы. Если площади значительно различаются по цвету, то их родственность можно подчеркнуть взаимной окраской их границ тем цветом, каким дана фоновая окраска соседней территории.

Границы (государств, республик, областей и др.) изображают на политических и политико-административных картах штриховыми условными знаками, которые показывают точное положение границ. Для большей наглядности и читаемости штриховые условные знаки границ дополняют цветной окан-

товкой, которая не является обязательной, и на ряде карт ее не выполняют. Но то или иное решение должно быть обоснованным. Следует иметь в виду, что фоновая окраска, выполненная в пределах границ светлыми прозрачными тонами, может не обеспечить хорошей различимости окрашенных площадей. Повысить их различимость можно посредством окантовки границ, которая позволит к тому же создать красивое по цветовым сочетаниям оформление. Не исключается вариант, при котором общий фон карты оставляют белым или слабо тонируют одним цветом. Цветовое оформление при этом составляет окраска границ, особенно в 2—3 полосы. Ширина полос обычно берется в соотношении 1 : 2 : 4. Узкая полоса начинается непосредственно от штрихового знака границы и имеет наиболее насыщенный цвет, к ней вплотную прилегает вторая — более бледная и ко второй, также вплотную — третья, слабо отличимая от фона. Цвет полос может быть одинаковым с фоном, но может и отличаться от него. Красиво выглядит окраска, когда одну или две полосы выполняют с некоторым изменением цвета.

Ширина окантовок зависит от размеров площадей, к которым они относятся, твердых установок в отношении этого не существует. Очень широких окантовок границ не делают, в среднем они бывают не более 6—8 мм. При относительном равенстве площадей кайму делают всюду одинаковой и только при большом их различии для больших площадей делают шире, а для малых — у́же. Кроме того, для очень малых или узких площадей уменьшают число полос окраски границ.

Общее зрительное впечатление от фоновой окраски с окантовкой границ не ограничивается соотношением площади и ширины полосы, а зависит также от их цветовых комбинаций, которые могут быть весьма разнообразными даже при одном и том же масштабе карты, ее содержании, назначении и способе использования.

§ 69. ГАРМОНИЧНЫЕ СОЧЕТАНИЯ ЦВЕТОВ ПРИ ФОНОВОМ ОФОРМЛЕНИИ

В гл. 16 были рассмотрены три варианта гармоничных сочетаний цветов: цвета, близкие по тону, дополнительные или контрастные цвета и цвета-триады.

Первый вариант гармоничных сочетаний цветов (составляющих однородные цветовые ряды, изменяющиеся по насыщенности или светлоте) может быть применен для фонового оформления карт с количественной характеристикой изображаемого явления, а также для карт, на которых отображаются качественная и количественная характеристики одновременно.

Сочетания контрастных цветов уместно использовать для окраски малых площадей. Применение их для больших не всегда дает благоприятный результат.

Триады составляют устойчивые гармоничные сочетания цветов. Наиболее известная триада: зеленый, оранжевый и фиолетовый цвета. Применение различных оттенков зеленого, оранжевого и фиолетового предоставляет широкие возможности для фонового оформления, например, политических карт, при этом используют цвета триад пониженной насыщенности.

При разработке фонового оформления сначала выбирают цвета для окраски самых больших площадей, так как они в значительной степени определяют колорит фонового оформления. При оформлении, например, политической карты Европы для окраски территорий Великобритании, Франции и Испании обычно используют соответственно зеленый, фиолетовый и оранжевый цвета, примерно равные по светлоте и насыщенности. Для окраски территорий Италии, Австрии и Швейцарии подбирают другую триаду, нерезко контрастирующую с первой. Так, учитывая, что Италия граничит с Францией (фиолетовая окраска) и имеет (из выделенной второй группы государств) наибольшую площадь, для ее окраски можно взять зеленый цвет (гармонирующий с фиолетовым), но меньшей насыщенности, чем для Великобритании, и иной тональности, например, близкий к оливковому. Подбирая цвета для территорий Австрии и Швейцарии, следует иметь в виду, что площади этих государств меньше, чем уже окрашенные, поэтому цвета для них необходимы более интенсивные, заметные. Подобным образом решается и дальнейшее фоновое оформление карты.

Глава 18.
ШТРИХОВОЕ И ШРИФТОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ КАРТ

§ 70. ШТРИХОВЫЕ УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

Изображение на карте передается посредством картографических знаков, которые с точки зрения характера изображения и условий восприятия условно можно подразделить на две основные группы — штриховые и фоновые. Условность такого разделения очевидна — четкую границу между этими группами провести невозможно. Характерным примером является штриховой знак песков, заполняющий определенную площадь на карте. Известно также, что окраска площадей воспроизводится в печати с помощью линейных и фигурных сеток, растровых изображений.

Различные сочетания элементов карты, выполненных линиями, штрихами и точками, составляют штриховые условные знаки. Картографическая сетка, рамки карты, штриховые условные знаки, профили, графики, надписи — все это штриховое оформление. Таким образом, штриховое оформление карты —

это оформление с помощью графических средств, применяемых для штриховых элементов.

Картографические условные знаки дифференцируют по различным признакам. Например, на топографических картах разных масштабов различают типовые, родовые и видовые условные знаки. Для удобства применения картографические условные знаки делят на линейные (граничные) *, площадные (масштабные) и внемасштабные (значки) — рис. 99.

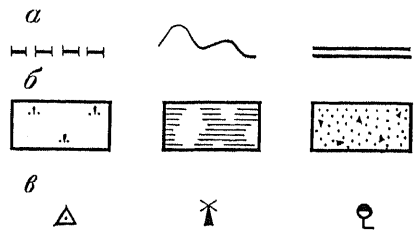


Рис. 99. Виды картографических условных знаков:
а — линейные; *б* — площадные; *в* — внемасштабные

Графические средства, применяемые в картографии, дают возможность различать условные знаки (рис. 100) по форме (пространственной структуре), величине (размеру), цвету, ориентировке и внутренней структуре (текстуре)**. Цвет, в свою

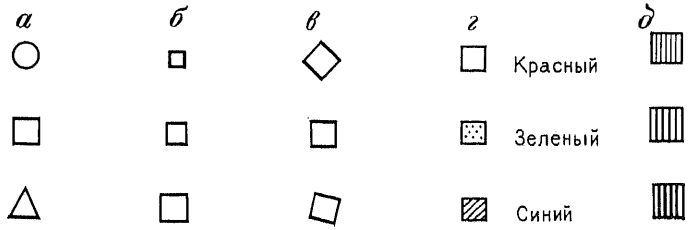


Рис. 100. Условные значки, различающиеся:
а — по форме; *б* — по величине; *в* — по ориентировке; *г* — по цвету; *д* — по внутренней структуре

очередь, различается по тону, светлоте и насыщенности. Частным случаем являются белые, серые и черные знаки, отличающиеся друг от друга по светлоте. В практике наиболее широко используется различие знаков по светлоте и цветовому тону. Окраска площадей, изменяющаяся по насыщенности, применяется в послойной окраске рельефа и др.

Значки по форме могут быть геометрическими, буквенными и наглядными (рис. 101). Среди наглядных (художественных) значков различают символические и натуралистические.

* В скобках даны синонимы, часто встречающиеся в картографической литературе.

** Текстура — это элементы изображения, расположенные в определенном повторяющемся порядке, например, аэрофотоизображение песков, на картах — различные сетки и т. п.

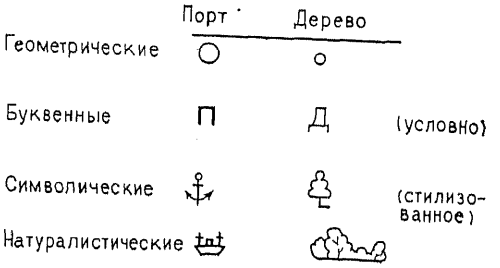


Рис. 101. Примеры классификации значков по форме

Линейные знаки различаются по величине (ширине), цвету и структуре. Форма и ориентирование знаков определяются положением линейных объектов на местности (рис. 102).

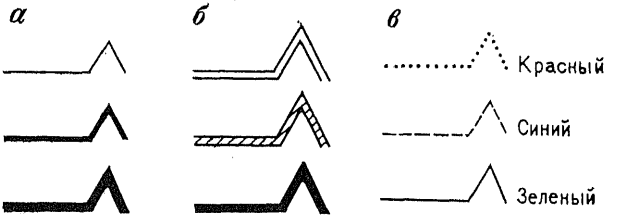


Рис. 102. Линейные знаки, различающиеся:
а — по ширине; *б* — по структуре; *в* — по цвету

Площадные знаки различают по цвету и структуре заполняющих обозначений. Форма, величина и ориентировка знаков определяются положением и особенностями объектов картографирования (рис. 103).

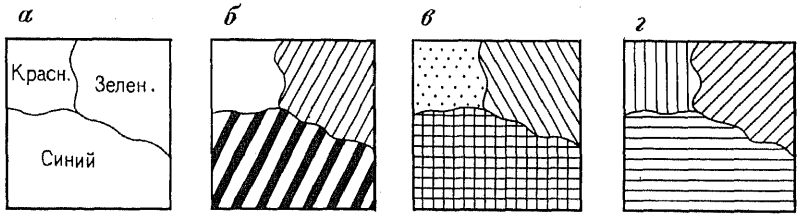


Рис. 103. Площадные знаки, различающиеся:
а — по цвету; *б* — по структуре; *в* — по рисунку заполняющих обозначений; *г* — по ориентировке штриховок

Картографические знаки (штриховые, фоновые, светотеневые) лежат в основе применения различных способов картографического изображения (значки, линейные знаки, знаки дви-

жения, ареалы, качественный фон, изолинии, точечный способ, картодиаграммы, картограммы).

§ 71. ТРЕБОВАНИЯ К ШТРИХОВЫМ УСЛОВНЫМ ЗНАКАМ

К штриховым условным знакам предъявляется ряд требований: читаемость, наглядность, точность центрирования, компактность, красота, удобство исполнения и пригодность к полиграфическому воспроизведению.

При разработке условных знаков приходится сталкиваться с рядом противоречий. Например, для улучшения наглядности знака увеличивают его размер, а это отрицательно влияет на информационную емкость карты. Повышение информативности знака осуществляется за счет усложнения его рисунка, а значит, и за счет ухудшения его наглядности.

Читаемость и наглядность карты повышаются, если в системе знаков учитываются логические связи. Это достигается выделением в содержании логических смысловых групп и закреплением за ними определенных графических характеристик (формы, цвета и т. п.). Все условные знаки карты должны рассматриваться как единая система (см. гл. 22).

Выделение на первый план главного содержания тематической карты позволяет обеспечить ее выразительность, многоплановость. Как правило, это достигается применением крупных и ярких по цвету знаков.

Точность карты в значительной степени зависит от формы знака и возможности его центрирования. Это относится в первую очередь к внемасштабным условным знакам. Их особенность такова, что точки, обозначающие действительное положение объектов, совпадают с центром или осью условного знака, с серединой основания или вершиной угла в основании знака.

Масштаб карты предъявляет свои требования к выбору условного знака. Например, плановое изображение населенного пункта на крупномасштабной карте заменяется на мелкомасштабной пунсоном.

Требования к условным знакам изменяются в зависимости от назначения и способа использования карт. Примером могут служить справочная и стенная учебная карты, близкие по масштабу, на которых в первую очередь видна разница в размерах условных знаков.

Каждый условный знак должны отличать простота, легкость и экономическая целесообразность построения, а в цветном решении — контрастность, гармоничность сочетаний и пропорций.

Условные знаки должны быть пригодными к полиграфическому воспроизведению. Для этого в рисунке условных знаков необходимо избегать острых углов, расстояние между знаками или линиями должно быть не менее 0,3 мм, а диаметр пун-

сона — 0,6 мм, не должно быть очень тонких линий (менее 0,07 мм), мелкие условные знаки должны быть одноцветными, форма знаков по возможности должна быть простой, в условном знаке не должно быть сочетаний очень тонких и очень толстых линий.

Тонкие линии рвутся при печати, а в многоцветных знаках небольших размеров малейшее несовмещение красок приводит к искажению форм знаков. Острые углы прозрачных условных знаков при печати часто заливаются печатной краской, что также приводит к искажению знака.

Гравирование позволяет получать более тонкий рисунок знака, чем при черчении, поэтому можно выполнять пунсоны диаметром менее 0,6 мм. Однако возможности печати ограничены, например, линия толщиной менее 0,05 мм при печати часто становится рваной.

Рациональная технология штрихового оформления предусматривает возможность стандартизации знаков (включая готовую типовую основу), рациональную методику их построения и вычерчивания, использование фотонабора, целесообразную последовательность выполнения оригинала карты и т. п.

§ 72. ЧИТАЕМОСТЬ И НАГЛЯДНОСТЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Читаемость карты определяется по ГОСТу как различимость элементов и деталей картографического изображения. Действительно, впечатление от карты зависит от того, как хорошо виден каждый условный знак и различные условные знаки отличаются друг от друга, как легко они запоминаются и т. п.

Читаемость знаков зависит от многих факторов: физиологических возможностей зрения, закономерностей зрительного восприятия картографического изображения, общей графической нагрузки карты, различимости обозначений, их наглядности и выразительности, согласования между собой всех обозначений и т. п. Значительно облегчает процесс чтения карты специальная подготовка ее читателя.

Читаемости карты способствуют исключение каких-либо перекрытий условных знаков и продуманное расположение надписей. Минимальное расстояние между знаками должно быть не менее 0,3 мм. Большое разнообразие знаков на карте препятствует хорошей читаемости ее. Последняя значительно улучшается, если проводится стандартизация и унификация графических элементов на основе логических связей знаков и т. п.

В зависимости от размеров и формы знаков одно и то же содержание можно передать разной нагрузкой карты. Общая графическая нагрузка карты (штриховые знаки и надписи) выражается в процентах площади печатного элемента по отношению к общей площади карты и составляет примерно 12 %.

В противном случае происходит потеря читаемости карты. Снизить графическую нагрузку можно, используя компактные, экономичные по размерам знаки и шрифты.

Облегчает чтение карты многоцветная печать. Однако увеличение числа красок приводит к удорожанию карты, поэтому нужно стремиться к достижению хорошей читаемости при использовании возможно меньшего числа красок в печати.

В связи с применением в картографии автоматизированных систем особое значение приобретает количественное измерение читаемости. Применительно к опознаванию предметов по их изображению количественная мера читаемости может быть выражена отношением полученной информации (количество знаков за единицу времени) к общему количеству знаков.

Наглядность — предоставляемая картой возможность зрительного восприятия пространственных форм, размеров и размещения изображаемых объектов. Под наглядностью изображения понимается доступность его для непосредственного опознавания по зрительной ассоциации знаков и цветов карты с отображаемыми объектами натуры. Примером могут являться натуралистические и символические знаки, обозначение лесов зеленой заливкой и т. п. При правильном подборе натуралистических значков последние порой совершенно не нуждаются в пояснениях. Символические знаки менее наглядны и часто требуют пояснений в легенде.

В случаях когда невозможно применить натуралистический рисунок, для наглядности изображения используют косвенные признаки картографируемых объектов. Например, для изображения теплых морских течений применяют стрелки теплого цвета (красные, оранжевые), для холодных течений — холодного (синие, фиолетовые, голубые). Наглядны изображения суши и водных пространств разным цветом; рельефа — способом теневой пластики.

Применение геометрических (кодовых, абстрактных) значков увеличивает информационную емкость карты и возможность выполнения по ней измерений, но снижает наглядность, тогда как наглядное изображение (натуралистическое, картинное) повышает наглядность в ущерб измерительной способности карт. Действительно, карта легче читается, если значки ее наглядны, но лишь при условии, что она не перегружена ими, так как наглядные значки, как правило, имеют бо́льшие размеры по сравнению с геометрическими. Для карт с большой графической нагрузкой использование принципа наглядности ограничено. Вместе с тем применение фотонабора, супиз позволяет шире использовать наглядные изображения при создании оригиналов карт.

Наглядность (восприятие взаимного размещения изображаемых объектов) в последнее время характеризуют как коммуникативное свойство карты. Наглядность ярко проявляется

в передаче количественных и качественных характеристик изображаемых предметов и явлений определенными изобразительными средствами.

§ 73. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗРЕНИЯ

Хорошая видимость условных знаков карты зависит от их размеров и контраста с фоном. Оптимальные размеры условных знаков устанавливают с учетом физиологических возможностей глаза — остроты зрения, контрастной чувствительности и двигательной реакции глаза.

Острота зрения — это способность глаза различать мелкие детали изображения. Она обратно пропорциональна величине угла зрения, под которым виден условный знак, и определяется порогом (минимальным углом зрения), при котором этот знак узнается. Угол зрения, равный 1°, соответствует единице остроты зрения. Острота зрения зависит от уровня освещенности, расстояния до рассматриваемого условного знака и его положения относительно наблюдателя, возраста последнего. Например, острота зрения под углом 10° к рассматриваемой плоскости в 10 раз меньше, чем прямо перед собой.

Соотношение угловых и линейных размеров условных знаков (рис. 104) выражается формулой $a=2d\,\mathrm{tg}\,\alpha$, где a и α — соответственно линейный и угловой размеры условного знака, d — расстояние от глаза до условного знака.

Контрастная чувствительность глаза — это восприятие различия между условным знаком и фоном. Пороговым является наименьшее значение контраста, ниже которого знак не виден. Для человека с нормальным зрением пороговый контраст по светлоте составляет 2 %, ниже которого различие знака и фона глазом не воспринимается. Острота зрения и контрастная чувствительность находятся в тесной зависимости. При малых угловых размерах знака видимость обеспечивается большим контрастом и наоборот. Лучше всего видимость проявляется в контрасте по светлоте между знаками и фоном и меньше — по цветовому тону и насыщенности.

Например, при условии нормального зрения (расстояние от объекта 30 см, острота зрения — 1,0) черная точка на белом фоне хорошо видима, начиная с угла зрения в 1′, что составляет 0,09 мм ее линейного размера, линия — с угла зрения в 0,7′ (соответственно при ее ширине в 0,06 мм), залитый квадрат — с 6′ (0,5 мм), прозрачный квадрат с 7′ (0,6 мм), выступы сложной фигуры отчетливо видны при угле зрения в 4—5′ (0,3—0,4 мм) и т. д.

Следует отметить, что острота зрения зависит также от характера контраста. В случае обратного контраста светлый знак на темном фоне кажется преувеличенным вследствие иррадиации.

Острота зрения в горизонтальном направлении больше, чем

в вертикальном. Это значит, что размеры знаков горизонтальной протяженности глазомерно оцениваются точнее, чем вертикальных знаков (с точностью до 1 %).

Выше были указаны пороговые (предельные) минимальные размеры знаков. Размер точки как детали знака принимают равным 0,2 мм, хотя в знаке песков точки воспринимаются и меньшего размера. При точечном способе точка в качестве самостоятельного знака имеет размер до 6—7′ (0,5—0,6 мм).

Минимально допустимые размеры для одинаковых по форме, но различных по цвету значков различны. Это связано с изменением порога чувствительности глаза при восприятии значков разного цвета. Так, для черной точки, например, минимальный размер составляет 0,3 мм, для зеленой 0,4—0,6 мм, для желтой — 0,6—0,9 мм. Знаки хуже воспринимаются в ок-

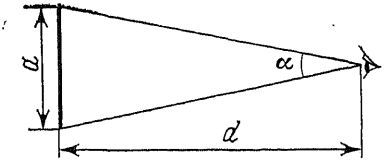


Рис. 104. Угловые и линейные размеры условных знаков

ружении фона, близкого по цвету, например, голубые значки плохо видны на зеленом фоне и наоборот.

М. К. Бочаров в книге «Основы теории проектирования систем картографических знаков» (М., Недра, 1966) отмечает, что минимальное расстояние между элементами знака должно быть не менее 1,5′, оптимальный размер знака для нормального чтения составляет 34′. При меньших размерах резко увеличивается время, необходимое на чтение знака, однако слишком большие знаки также увеличивают затраты времени при чтении примерно на 15 %, так как увеличивается длина пробега глаза при рассматривании знака. Это объясняется тем, что наш глаз при восприятии изображений непрерывно движется со скоростью примерно 120 скачков в минуту и более — *двигательная реакция глаза.* Время зрительного ощущения длится около 0,1 с, средняя продолжительность фиксации около 0,3 с, глаз при одной фиксации считывает не более 4—5 знаков.

Обычно условные знаки выбирают из специальных фотонаборных альбомов, где представлено несколько размеров каждого знака.

Минимальный размер площадных элементов зависит от ряда причин: вида изображения, значения объекта, его географического окружения. Например, морские острова на голубом фоне часто показывают почти точечных размеров, тогда как на картах с большой фоновой и графической нагрузкой минимальный размер контуров увеличивается до 2 мм^2.

Совмещение при печати, например озера, двух красок заставляет увеличивать его пороговый размер с 0,6 мм до 1—2 мм

в поперечнике. Если же внутри контура, например при изображении садов, размещаются штриховые значки, то этот предел поднимают еще выше. На топографических картах наименьшая изображаемая площадь лесов, садов-ориентиров составляет 4 мм^2.

В 50-х годах А. Д. Копыловой в ЦНИИГАиК были проведены исследования по установлению размеров и формы картографических обозначений: штриховых и линейных, комбинированных, площадных (залитых и незалитых), знаков с выступами. Исследовались черные значки на белом фоне при контрасте по яркости между ними 91 % и освещенности 50 лк. Если наблюдатель с остротой зрения 1,0 рассматривает значки на расстоянии 0,5 м, то влияние аккомодации исключается. С учетом остроты зрения и снижения аккомодации в экспериментально найденные пороги узнавания (по известным линейным размерам знаков и дистанции их узнавания) А. Д. Копыловой введена была поправка в 1,25. Ею была составлена таблица линейных значений условных знаков (в мм), соответствующих углам зрения на объект при различных дистанциях наблюдения.

§ 74. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ

Процесс чтения карты — сложный психофизиологический процесс, включающий в себя ощущение, восприятие и представление. Карта как раздражитель в первую очередь вызывает ощущение, обнаружение (сенсорный этап), затем восприятие, различение (перцептивный этап) и, наконец, представление, опознавание.

Благодаря зрительным *ощущениям* человек познает светлоту, цвет предметов, их величину, пространственное расположение и т. п. При рассматривании карты ощущениям соответствует неясное видение различных условных знаков. Поэтому настольная карта, например, не может использоваться в качестве настенной, так как ее условные знаки не будут читаемы.

Процесс *восприятия* фиксирует раздельное видение условных знаков на карте без какого-либо их смыслового значения.

Особенность зрительного восприятия карты состоит в том, что мы воспринимаем на карте не рисунки местных предметов, а их условные обозначения, которым присвоено определенное смысловое значение. Последнее раскрывается в *представлениях*, когда читатель карты на базе специальной подготовки узнает в условных знаках реальные предметы и явления.

Этапы зрительного восприятия (чтения) условных знаков схематично представлены на рис. 105.

Часто картографы пользуются двумя понятиями — видимость и различимость условных знаков. Видимость соответствует стадиям ощущения и восприятия, т. е. когда знак не читается как таковой. Различимости соответствует представле-

ние или узнавание условного знака. Понятно, что для потребителя карты важна различимость обозначений.

Не следует думать, что видимости и различимости присуща только субъективная оценка. Имеются приборы, позволяющие определить пороги различимости условных знаков (например, поляризационный измеритель видимости системы Л. Л. Дашкевича; колориметр ВНИСИ КНО-2; автоматический колориметр фирмы «Оптон» (ФРГ).

Зрительное восприятие предметов и явлений строится по определенным законам: контраста, соотношения части и целого, апперцепции, статистической закономерности. Эти законы применимы к штриховым, полутоновым и фоновым изображениям.

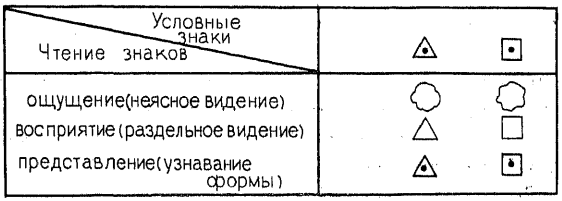


Рис. 105. Схема формирования представления при чтении условных знаков

Закон контраста: явно заметные различия, в отличие от менее заметных, кажутся преувеличенно большими.

Как следствие закона главные элементы содержания карты выделяют в первую очередь путем увеличения их размеров или изображения их яркими цветами. Кроме того, различимости элементов содержания карты способствует индивидуальность их очертаний, отличие друг от друга по форме и цвету. Закон находит свое проявление также в многоплановости изображения тематических карт.

Закон соотношения части и целого: целое, возникая на основе частей, определяет их. С другой стороны, части образуют целое.

Например, читаемость карты в целом зависит от изображения различных элементов содержания карты, т. е. частей. Вместе с тем общий стиль оформления карты определяет оформление ее условных знаков.

Закон апперцепции выражает зависимость зрительного восприятия человека от его предшествующего жизненного опыта, т. е. условные знаки узнаются быстрее, если они по своей форме напоминают изображаемый предмет (см. рис. 101).

Одним из моментов учета закона апперцепции является применение традиционной формы знаков или цветов. Например, устойчивой апперцепцией обладает применение синего и

голубого цветов для изображения гидрографии, зеленого — для растительности и т. п. Опытным путем установлено, что человек способен запоминать одновременно не более 7 ± 2 разных знаков. «Магическое» число 7 было замечено еще в древнем мире. Можно привести следующие примеры «магии» этого числа в восприятии человеком мира: цветовой спектр — семь основных цветов, музыкальный стан — семь нот, стихотворный размер — до семи ударений и т. д.

Таким образом, мы имеем дело с устойчивыми границами восприятия человеком окружающего мира, с пределами нашей способности перерабатывать информацию. М. К. Бочаров считает, что объяснение «магического» числа связано с числом порогов различительной способности глаза и статистической закономерностью зрительного восприятия различий изображения. Указанные закономерности подробно рассмотрены в курсе цветоведения (см. пороги различения, закон Вебера — Фехнера).

Ограничение непосредственной памяти семью знаками имеет значение при проектировании систем условных знаков в целях повышения читаемости карт. Это значит, что следует применять не более 7 различных очертаний знака, 7 цветов, 7 размеров и т. п. Сочетания, комбинации формы, цвета, текстуры и размеров создают достаточное число знаков для передачи большого количества информации. Понятно, что такой критерий подходит не для каждой карты. Вместе с тем нельзя не отметить, что непосредственная память, по утверждению психологов, ограничивается не количеством информации, которую имеет знак, а количеством знаков.

Интересно отметить, что научной основой метода нормирования чертежных работ в картографии может явиться статистическая закономерность зрительного восприятия изображений. Количество различных категорий сложности черчения карт на различные типы местности можно вычислить по формуле М. К. Бочарова

$$N_n = N_1 \cdot 1{,}25^{n-1},$$

где N_n — максимальная густота изображения (максимальная сложность черчения); N_1 — минимальная густота изображения (минимальная сложность черчения); 1,25 — величина порогового коэффициента графической нагрузки; n — количество категорий сложности черчения.

§ 75. РАЗЛИЧИМОСТЬ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ЗНАКОВ

Различимость знаков как главный фактор читаемости карты, зависит от ряда условий. Эти условия применительно к читаемости карты были перечислены в § 73, 74. Условием хорошей различимости знаков является также учет пороговой и оптимальной различимости, индивидуальности формы, цвета и раз-

мера знака и, наконец, простоты очертания знака. Однако для достижения хорошей читаемости карты в целом порой приходится снижать различимость отдельных обозначений (см. § 76).

Не все раздражения могут вызвать ощущения. Последнее возникает, если раздражение превысило определенный предел. Поэтому абсолютным порогом чувствительности (раздражения) является минимальная величина раздражения, при которой впервые возникает ощущение или восприятие. Знак становится видимым, если его пороговый контраст по светлоте с фоном составляет более 2 %. Для того чтобы этот знак различался со вторым, необходим прирост силы раздражителя, который называется порогом различения (в данном случае — двух знаков) — это относительное различие (дифференциальный порог).

Различия в размерах знаков ощущаются, если они последовательно изменяются не менее чем в 1,5 раза. Учитывая эту закономерность зрительного восприятия, можно строить ступенчатый ряд знаков от минимального до максимального. Например, необходимо построить шкалу из семи знаков, приняв за минимальный размер 1 мм. Используя коэффициент перехода, равный 1,5, получаем следующую шкалу размеров: 1—1,5—2,25—3,38—5,07—7,6—11,4 мм.

Другой пример. Задаются минимальный и максимальный размеры знаков — соответственно 1,5 и 7,6. Необходимо определить число ступеней шкалы. Используя коэффициент перехода, получаем 5 ступеней.

Различимость знаков на карте усложняется тем, что они имеют разные цвета и располагаются на различных фонах. Поэтому помимо пороговых относительных различий в изображениях необходимо установление оптимальных относительных различий, позволяющих легко воспринимать их на фоне всех остальных изображений карты,— оперативный порог различия.

Оптимальность различия условных знаков определяется быстротой их нахождения на карте и узнавания, чему способствует простота формы знаков, ассоциативность с отображаемым объектом, традиционность и контрастность.

Простота геометрической формы условного знака обеспечивает точность географической локализации объектов на карте, дает возможность комбинирования их с другими изобразительными средствами, отвечает технологическим требованиям воспроизведения, совмещения красок и эстетическим свойствам. Простые знаки легко вычерчиваются, запоминаются, занимают относительно мало места, легко сравнимы по величине. Число простейших геометрических фигур невелико, но число обозначений можно увеличить за счет применения цвета или видоизменения текстуры (рис. 106).

Усложнение формы знака с целью увеличения его информативности снижает восприятие знака. Эти два условия (ин-

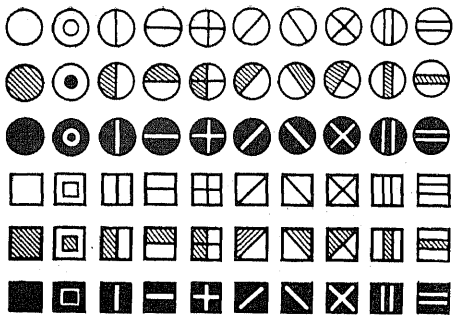


Рис. 106. Примеры конструирования условных знаков простейших геометрических форм

Рис. 107. Последовательность распознавания условных знаков различных форм

формативность и восприятие карты) находятся в диалектическом единстве.

Из всех геометрических фигур круг — наиболее устойчивая, стабильная, оптимально организованная фигура. После круга следует четырехугольник, затем треугольник. Однако при сочетании условных знаков последовательность различимости знаков на карте уже другая (рис. 107): треугольник различается лучше всего. Максимальной различимостью между собой отличаются знаки, наиболее удаленные в указанном ряду друг от друга. Среди квадратов треугольник обнаруживается с бóльшим трудом, чем среди кружков.

Применение на большей части мелкомасштабных карт для изображения населенных пунктов кружков вместо треугольников или квадратов говорит в первую очередь о традиционности этого обозначения.

Знаки хорошо различаются, если каждый из них имеет свою форму, т. е. если соблюдается принцип индивидуальности очертания знаков на карте (см. закон контраста).

Проф. А. С. Васмут выявил некоторые закономерности конструирования условных знаков географической карты с учетом повышения их различимости. Например, из прозрачных условных знаков наибольшей различимостью обладают те, у которых отношение площади, занимаемой черным цветом, ко всей площади условного знака составляет 35—50 % (рис. 108, *а*). Видимость и различимость повышаются при размещении знаков в окружности (рис. 108, *б*).

Следует отметить, что в системе «форма, цвет, размер» цвет является первым сигнальным фактором для человека. Среди цветных знаков основным различием следует считать контраст их по цветовому тону. Однако на цветных фонах влияние цветового контраста осложняет поиск цветного знака и его оценку. Несомненно, сильнее выделяются яркие цвета,

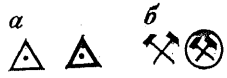


Рис. 108. Примеры повышения различимости знаков

т. е. цвета большой насыщенности и светлоты, однако это зависит от цвета подложки. Контрастность цветного знака на цветном фоне (контрастная дихромность) выражается в следующей последовательности (условно, так как в данном случае не берутся в расчет светлота и насыщенность цвета): 1) черный на желтом, 2) белый на синем, 3) черный на белом, 4) зеленый на белом, 5) красный на желтом, 6) красный на зеленом.

§ 76. РАЗНОПЛАНОВОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Разноплановость изображений опирается при чтении карты на их избирательную различимость. На картах различного назначения и масштабов содержание передается по-разному. На топографических картах, где все элементы содержания являются главными, изображение их дается примерно одинаково с тем, чтобы не нарушать взаимосвязь элементов содержания, чтобы при чтении карты одни элементы содержания не читались лучше других.

Напротив, на ряде тематических карт необходимо учитывать принцип разноплановости (многоплановости, выразительности) картографического изображения, когда главные элементы содержания карты (спецсодержание) должны читаться в первую очередь, а второстепенные — во вторую. В основе разноплановости лежит закон контраста в применении к оформлению карт: что выделяется по величине и цвету, то привлекает внимание.

Разноплановость карты является, как видим, частным случаем наглядности. Выразительность карты проявляется в зрительной дифференциации элементов содержания по их значению для читателя. Поэтому выразительность, наглядность карты оценивается с точки зрения назначения карты.

Картографическое изображение на тематических картах строится, как правило, в 2—3 планах.

Достигнуть разноплановости изображения можно следующими способами: увеличением размеров знаков первого плана (главного содержания), уменьшением размеров знаков второго плана (второстепенного содержания), применением ярких насыщенных красок для первого плана и бледных для второго плана; увеличением контраста с фоном для знаков первого плана (светлотного или цветового).

Для зрительного восприятия относительных различий в изображениях должны быть установлены оптимальные соотношения знаков первого, второго и третьего планов и их определенная очередность при чтении карты. Примером является изображение медведя и белки на зоогеографической карте. Одинаковые размеры рисунков в первом случае (рис. 109, *а*) нарушают правильное восприятие содержания карты и ее читаемость. Если же соотношения размеров знаков сделать близ-

кими к действительным (рис. 109, *б*), то изображение медведя будет смотреться большим пятном. В этом случае нарушится читаемость карты.

Современные технические средства картографического производства, такие как растрирование, люминесцирующие краски, микрофильмирование, позволяют шире применять принцип разноплановости.

Растрирование позволяет менять интенсивность штрихового изображения и делать картографическое изображение разноплановым и, таким образом, лучше читаемым (например, черная краска при растрировании кажется серой).

Люминесцирующие краски при печатании карт делают карту более выразительной, улучшая ее демонстрационные качества.

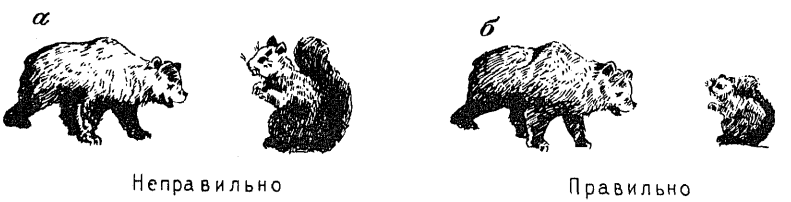


Рис. 109. Соотношение условных знаков:
а — неправильное; *б* — правильное

Микрофильмирование позволяет избирательно считывать разноплановую информацию при различном увеличении микрофильма.

§ 77. ШРИФТОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ

Шрифтовое оформление является одной из важнейших частей общего оформления карты. Часто надписи играют дополнительную роль условных знаков.

Условия чтения шрифтов на карте отличаются от чтения книги. Поэтому картографические шрифты должны иметь простоту очертаний, четкость форм и различимость отдельных букв между собой.

На картах надписи различаются по характеру шрифта, размеру, начертанию букв (прямому или наклонному), использованию прописных и строчных букв, по цвету.

С рисунком шрифтов и цветом надписей обычно связывают качественные различия объектов, с размером букв — их величину или относительное значение. Например, для названий городов часто используют прописные буквы прямых шрифтов, а для сельских поселений — строчные буквы наклонных шрифтов.

Подбор шрифтов производится в зависимости от назначе-

ния карты, ее содержания и способа использования. Шрифты для топографических карт регламентируются таблицами условных знаков. Другие карты, вследствие их большого разнообразия, обычно не имеют таких руководств, поэтому для многих карт подбор выполняется с учетсм особенностей конкретной карты.

Резко отличаются шрифты настольных и настенных карт. В первую очередь это касается размеров шрифтов, например, для общегеографических настольных карт, рассматриваемых с расстояния 30—35 см, наименьшие размеры надписей — до 1,0 мм, тогда как на настенной карте — до 3,0—3,2 мм.

На настольной карте для названий населенных пунктов мелких градаций широко применяются шрифты остовного строчного начертания. Например, для населенных пунктов сельского типа — наклонный строчной (БСАМ курсив остовный), для поселков городского типа — прямой строчной. Для городов применяют прямые заглавные шрифты, отличающиеся средней контрастностью (литературный, универсальный, капитальный, новый четкий и др.), имеющие большие размеры. Такая четко различимая шкала шрифтов способствует определению градации населенных пунктов по административному значению или числу жителей. При наличии большого числа градаций населенных пунктов за основу принимают указанные выше три градации, но в каждой из них варьируют размеры надписей. Как правило, для городов используют нормальные или суженные шрифты, отвечающие требованию экономичности. В последнее время широкое применение для подписей населенных пунктов получил шрифт Супергротеск.

Значительно улучшаются читаемость карты и различимость объектов за счет применения цветных надписей и традиционных шрифтов.

Изменение цветов позволяет применять для разных групп объектов даже одинаковые шрифты.

Названия объектов гидрографии обычно подписывают шрифтом типа Гидрографический курсив. Для элементов орографии в некоторых случаях применяют коричневый цвет, шрифт — Древний курсив. Физико-географические объекты обычно подписывают рублеными шрифтами, административные области — брусковыми.

Шрифтовое оформление стенной карты отличается от оформления настольной. Как отмечалось, это в первую очередь относится к размерам надписей. На настенной карте, как правило, не применяются остовные шрифты.

Часто названия объектов большой протяженности (хребты, плоскогорья, моря и т. п.) читаются на карте с трудом вследствие больших интервалов между буквами. Чтобы избежать этого, применяют широкие шрифты.

Для надписей объектов, имеющих большую площадь (океаны, большие страны и т. п.), обычно применяют прозрачные

или цветные шрифты. Такие надписи не выглядят на карте темными пятнами и в то же время хорошо читаются.

Для зарамочного оформления некоторых тематических карт (исторических, туристских) применяют специальные художественные шрифты. Например, славянский рисунок шрифта — для названий некоторых исторических карт, шрифты с национальным орнаментом — для политических.

Глава 19

СВЕТОТЕНЕВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ РЕЛЬЕФА НА КАРТАХ

§ 78. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Изображение рельефа на картах имеет широкое распространение. Для рельефа, в отличие от других элементов содержания карты, характерна не двухмерность, а трехмерность изображения. Отсюда возникает проблема воспроизведения рельефа, заключающаяся в поисках зрительного эффекта объемности при плоском изображении.

К изображению рельефа предъявляются два основных требования — возможность проведения измерений и достижение наглядности. В зависимости от назначения карты при изображении рельефа могут выполняться одно или оба требования. При этом используются различные способы изображения: перспективный рисунок, подписи высотных отметок, горизонтали, гипсометрия (послойная окраска), отмывка (теневая пластика).

Перспективное изображение рельефа является наглядным, но вносит искажения в положение объектов, показываемых в горизонтальной проекции. Поэтому данный способ применяется в настоящее время главным образом на геоморфологических картах и картах-иллюстрациях.

Высотные отметки, являясь необходимыми при любом способе изображения рельефа, сами по себе не создают наглядного представления о формах земной поверхности. Широко применяемый способ горизонталей позволяет передавать количественную и качественную характеристики рельефа. Это точный способ изображения рельефа, но не наглядный.

Гипсометрический способ с послойной окраской, наряду с возможностью проведения измерений, позволяет передавать общий характер расчленения рельефа и распределения высот. Однако и этот способ не наглядный.

Наглядное представление о формах рельефа, их взаимном положении и связях, о характере и степени расчлененности дает способ теневой пластики, или отмывки, как его принято называть в производственной картографии. Этот способ называют также светотеневым изображением, поскольку оно скла-

дывается из тональных переходов от светлого к темному. Отмывка позволяет передать изображение рельефа на плоскости объемным, пластичным, т. е. ощущать пространство, объем и глубину изображения. Но данный способ не передает количественную характеристику рельефа.

Таким образом, каждый способ изображения рельефа обладает как достоинствами, так и недостатками, поэтому на практике часто применяются комбинации способов. Например, наибольшую пластику дает сочетание отмывки с послойной окраской.

Изображение на плоскости воспринимается зрительно объемным вследствие такого распределения светотени, какое мы наблюдаем на реальных объемных предметах, освещенных лучами света. При освещении объектов образуются тени, характер которых зависит от формы объекта. Каждому объемному предмету при определенном освещении соответствует закономерное распределение теней, перенос которых на плоскость позволяет воссоздать этот предмет как объемный в плоском изображении. Вышесказанное можно продемонстрировать на примере изображения конуса и шара (рис. 110).

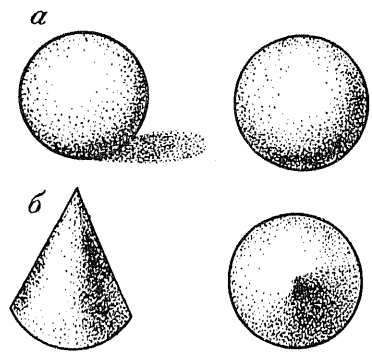


Рис. 110. Шар *(а)* и конус *(б)* и их пластическое изображение на плоскости

В отличие от теневой пластики пространственное размещение предметов при бинокулярном наблюдении воспринимается благодаря стереоскопическому эффекту и линейной перспективе.

Теневое изображение рельефа на картах ставит своей целью создание иллюзии объемности, которая наблюдается в природе. Максимальный эффект возникает при освещении рельефа солнцем, при отсутствии облачности. При отмывке рельефа поверхность земли принимается за светлую. Последнее условие позволяет достигать хорошей читаемости на карте других элементов содержания.

Светотеневое изображение рельефа находит широкое применение на различных картах — общегеографических, исторических, экономических, политико-административных, туристских, учебных, справочных и др. Это объясняется большими возможностями данного способа в передаче пространства, а также широтой светотеневого и цветового охвата.

Вопросами теневой пластики применительно к задачам картографического оформления за рубежом занимались К. Пейкер, Э. Имгоф, Г. Боссе и др. В СССР большой вклад в развитие данного способа внесли П. А. Скворцов, П. К. Колдаев, А. Ф. Мирошниченко, З. А. Александрова и др.

§ 79. ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ ТЕНЕВОЙ ПЛАСТИКИ

В процессе развития способы теневой пластики изменялись как по характеру картографического изображения, так и по технологии его воспроизведения, поскольку в картографии техника изображения и технология печати тесно связаны друг с другом. Определенный способ печати требует специального способа изображения.

Для карт, которые печатались способом гравюры (до середины XIX в.), допускался только штриховой рисунок. Поэтому пластическое изображение рельефа достигалось путем *штриховки* — нанесения коротких линий изменяющейся толщины, направленных вдоль скатов. Вначале штриховка выполнялась при условии зенитального освещения, когда необходимо было показывать на картах крутизну рельефа, штрихами крутизны (рис. 111, *а*). Затем для наглядности изображения горных районов была применена теневая штриховка, выполняемая при условии бокового освещения. В настоящее время этот способ сохранился при изображении скалистого рельефа на топографических картах (см. рис. 122). Как разновидность штрихового способа можно отметить изображение теней точками (способ Эккерта).

С середины XIX в. в результате использования при печати карт литографии появилась возможность воспроизводить полутоновое изображение рельефа, выполненное специальным карандашом или углем на шероховатой поверхности материала,— *способом тушевки.* В отличие от штриховки теневая пластика создается здесь точками разной величины и густоты (рис. 111, *б*). В настоящее время тушевка часто выполняется на прозрачных пластиках, что позволяет избежать фотографирования оригинала при подготовке к изданию. Применение аэрографа — прибора для распыления жидкой краски — значительно ускоряет изготовление полутонового изображения этим способом.

Широкое применение в XX столетии фотографии позволило использовать при печати карт оригиналы полутонового изображения рельефа, выполненные способом *отмывки.* Само название способа говорит о том, что светотень на бумаге создается путем размыва туши кистью. Термин «отмывка» стал в отечественной картографии общим для обозначения способа теневой пластики.

Отмывка имеет ряд преимуществ перед штриховкой и тушевкой. Для ее исполнения требуется меньше времени. С ее помощью создается изображение, наиболее близкое к реальному, объемному. Но если оригинальное штриховое изображение или тушевка выполнялись непосредственно на печатной форме, то отмывка потребовала специального фотографирования через растр для разложения полутона на печатные элементы.

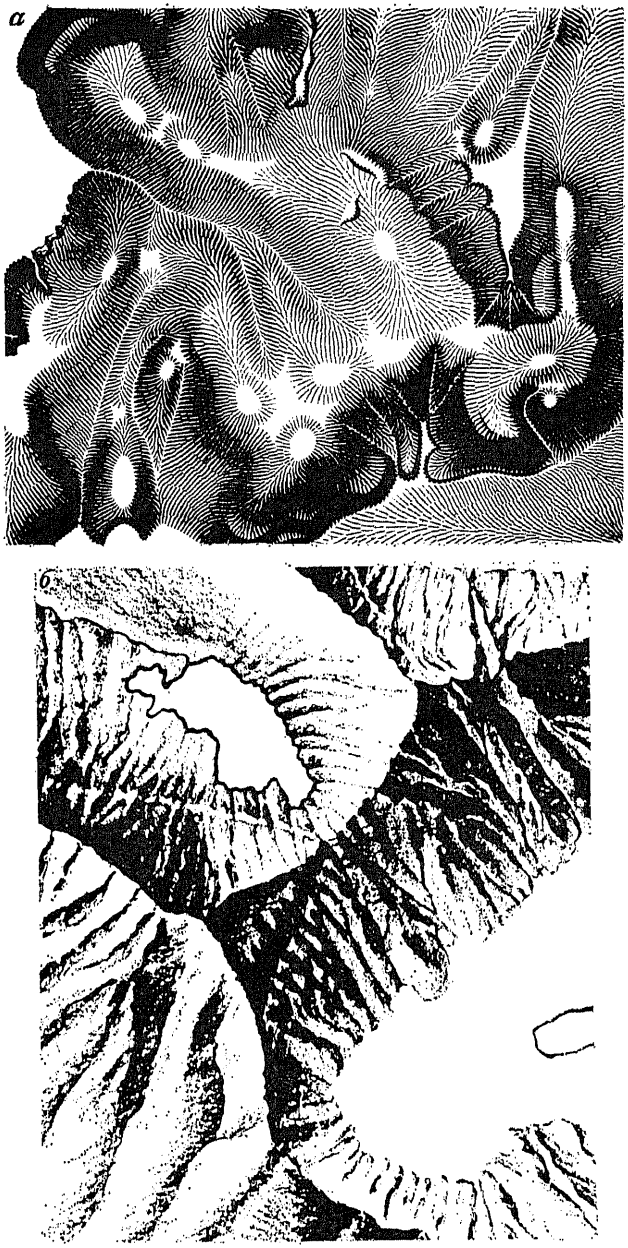


Рис. 111. Примеры изображения рельефа:
а — штрихами крутизны; *б* — способом тушевки

Указанные выше способы получения светотеневого изображения рельефа отличаются большой трудоемкостью и требуют от исполнителя большого мастерства, знаний и художественного вкуса. Поэтому картографами ведутся исследования по механизации и автоматизации получения пластического изображения рельефа. Например, известно, что рельеф песчаных пустынь отличается большим разнообразием и сложностью микроформ, прочитать которые на топографической карте в изображении горизонталями крайне трудно. Наглядность изображения этого рельефа значительно повысилась за счет впечатки в карту планового *аэрофотоизображения* рельефа песчаных пустынь. Начали создаваться тематические карты на основе космических фотографий.

В последние годы в картографической практике получило распространение полутоновое изображение рельефа, полученное путем фотографирования рельефной модели — фоторельеф. Отметим, что рельефная модель отличается от рельефной карты тем, что на ней нет картографического изображения.

Рельефные модели могут изготовляться различными способами. Простейшим из них является ручной, при котором по горизонталям вырезаются из картона высотные слои и последовательно наклеиваются друг на друга. Затем ступени сглаживаются. Процесс этот очень медленный и трудоемкий. В последние два — три десятилетия рельефные модели стали изготовлять механически на фрезеровальных пантографах. В настоящее время разрабатываются более рациональные способы. Чтобы рельеф на модели был зрительно ощутим, вертикальный масштаб по сравнению с горизонтальным преувеличивают: для равнин — в меньшей степени, для гор — в большей.

Переработка ступенчатой модели в сглаженную не производится механически — это делается с учетом знания морфологии рельефа. Только в этом случае достигается правдоподобное изображение его форм и типов.

Для получения фоторельефа поверхность рельефной модели должна быть белой и матовой. Хорошая проработка теней, необходимых при фотографировании, достигается применением комбинированного освещения с преобладанием бокового. Для получения фоторельефа в ортогональной или заданной проекции должна использоваться специальная оптическая система.

Пластическое изображение рельефа на карте можно получить также, используя *светотеневые горизонтали* (способ Паулини или освещенных горизонталей). Интерес к этому способу, предложенному в XIX в., проявляется и в настоящее время. В 1979 г. в СССР была издана карта Мирового океана на которой получил применение способ освещенных горизонталей. На этой карте на голубом фоне океанов и морей горизонтали, обращенные к северо-западу, показаны светлыми, а обращенные в противоположную сторону — темными (синими).

В зависимости от экспозиции склона толщина горизонтали меняется. Широкому внедрению этого способа препятствует ряд оформительских и полиграфических трудностей.

§ 80. ВИДЫ СВЕТА И ИХ РОЛЬ В ОБРАЗОВАНИИ СВЕТОТЕНИ

В зависимости от свойств среды, через которую проходит свет, от поглощающих и отражающих способностей предметов, на которые он падает, выделяют свет прямой, рассеянный и отраженный (рис. 112).

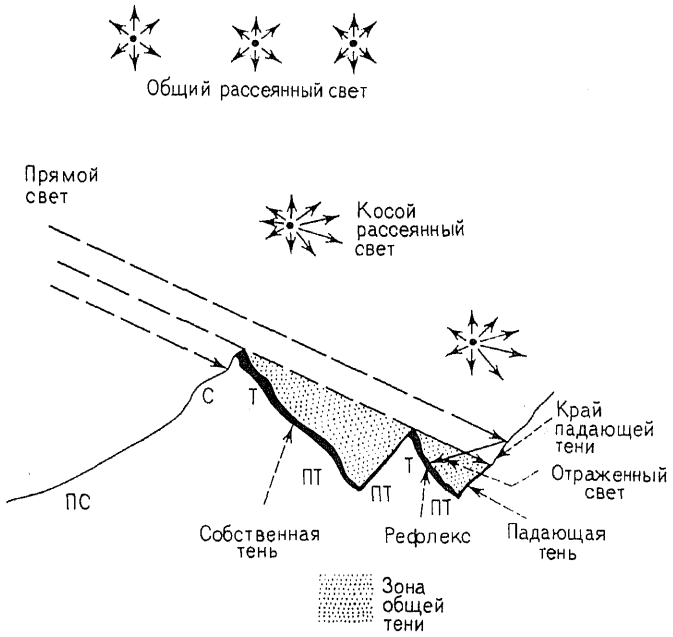


Рис. 112. Виды света и теней. Элементы светотени при боковом освещении: С — свет, ПС — полусвет, Т — тень, ПТ — полутень

Источниками *прямого света* являются солнце, лампа и т. п. При отмывке рельефа предполагается, что на него падает параллельный пучок лучей, создавая прямое освещение. Прямой свет из всех видов света обладает наибольшей интенсивностью. Прямые лучи солнца, проходя через атмосферу, представляющую собой мутную среду, рассеиваются или отражаются. Верхняя часть атмосферы состоит из газов, нижняя — кроме газов, из частиц пыли, влаги, дыма.

В зависимости от размеров частиц, заполняющих атмосферу, изменяется характер рассеяния проходящего через атмосферу света. Это относится к преобладающему направлению рассеян-

ного света и к его цветовому тону. Рассеяние от частиц размера менее 0,1 нм (молекулы газов) происходит равномерно (рис. 113, *а*), в результате чего такое рассеяние в верхних слоях атмосферы создает равномерное освещение поверхности земли — общий рассеянный свет (см. рис. 112).

В нижних слоях атмосферы, где имеется много частиц пыли и влаги, рассеяние происходит преимущественно по направлению распространения прямого света (рис. 113, *б*). Создается *косой рассеянный свет* (см. рис. 112).

На долю рассеянного света при высоте Солнца в 15° приходится 36 % общего освещения, в момент захода Солнца —

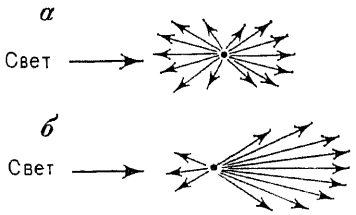


Рис. 113. Индикатрисы рассеяния света: *а* — в верхних; *б* — в нижних слоях атмосферы

до 50 %, остальное — прямой и отраженный свет. Как видно, роль рассеянного света в природе довольно велика.

Прямой и рассеянный свет, освещая поверхность, частично поглощаются этой поверхностью, а частью отражаются. Поэтому *отраженный свет* слабее прямого. Степень и характер отражения зависят от фактуры поверхности, неслучайно поэтому при изготовлении фоторельефа поверхность модели во избежание бликов делают матовой. При отмывке рельефа отраженный свет учитывается, если он подсвечивает собственную тень, — явление *рефлекса* (см. рис. 112).

Прямой и рассеянный свет участвуют в освещении стороны предмета, обращенной к источнику прямого света; рассеянный и отраженный — противоположной от источника света стороны. Таким образом, прямой, рассеянный и отраженный свет, освещая предмет, создают целую гамму светотеней от максимально освещенных участков до глубоких теней.

Гамма полутоновых переходов от светлого до черного представляет собой набор элементов светотени. Выделяют такие элементы светотени, как *свет, полусвет, тень, полутень* (см. рис. 112).

Свет — участок поверхности, максимально освещенный прямым светом. Этот элемент светотени образуется лучами света, падающими на поверхность перпендикулярно или почти перпендикулярно. Он образуется при всех видах освещения (отвесном, боковом и комбинированном) на освещенной стороне предмета.

Полусвет — участок поверхности, освещенный наклонными лучами прямого света. От «света» отличается меньшей осве-

щенностью, образуется при всех видах освещения. Четкой границы между «светом» и «полусветом» нет.

Тень образуется при освещении предмета общим рассеянным светом, в зоне собственной тени, т. е. на склонах рельефа, обращенных в противоположную сторону от источника прямого света. Прямые лучи и косые рассеянные не попадают на этот участок. Образуется при боковом и комбинированном освещении.

Полутень — элемент светотени, светлее тени, но темнее полусвета. Образуется в трех случаях: 1) в зоне падающей тени, где полутень освещается одновременно общим и косым рассеянным светом, т. е. на склонах рельефа, обращенных к источнику прямого света; 2) в зоне собственной тени у подножия склонов, где она выступает в качестве осветленной тени вследствие влияния воздушной перспективы; 3) в зоне рефлекса — за счет подсвечивания собственной тени отраженным светом.

§ 81. ОСНОВЫ ТЕНЕВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

Теневая пластика рельефа на картах создается при условии зенитального (отвесного), бокового или комбинированного освещения. При условии зенитального освещения предмет освещается прямым источником света параллельными лучами, падающими на поверхность предмета из зенита. Это освещение называется также вертикальным, ортогональным. При рассматривании карты зенитальное освещение совпадает с направлением луча зрения.

Степень освещенности поверхности зависит главным образом от крутизны склонов рельефа: чем круче склон, тем меньше угол падения на него зенитальных лучей. В результате освещенность крутого склона меньше (см. рис. 111, *а*). Отсюда и правило распределения светотени при зенитальном освещении: чем круче, тем темнее.

При зенитальном освещении тени не образуются. Получаются освещенные («свет») и полуосвещенные («полусвет») участки поверхности рельефа, поэтому при отмывке интенсивность тонов должна быть небольшая. В настоящее время отмывка на картах при условии зенитального освещения, как правило, не применяется. Это освещение использовалось тогда, когда требовалось наглядно показать крутизну скатов (топографические карты первой половины и середины прошлого столетия с использованием шкал штрихов крутизны Лемана, Болотова, Мюфлинга). Изображение горных районов при условии зенитального освещения получается значительно затененным. При данном способе освещения не учитывается влияние воздушной перспективы. Чтобы исправить это положение, необходимо изменить правило работы: чем круче и ниже, тем темнее. Ведущим условием при этом отображении остается крутизна склонов.

Освещение, не совпадающее с направлением луча зрения, называют *боковым или косым*. В настоящее время оно широко применяется на картах при светотеневом изображении рельефа, что обусловлено определенными его преимуществами перед зенитальным освещением — богатство градаций светотени изображения, бóльшая пластичность и наглядность передачи форм рельефа. Высокое качество изображения достигается здесь за счет освещения предмета не только прямым направленным светом, но также рассеянным и отраженным.

Детали рельефа в тенях различаются друг от друга интенсивностью светотени вследствие различного освещения их рассеянным и отраженным светом.

Светотеневое изображение рельефа при условии бокового освещения принимается под таким углом наклона прямых лучей света к поверхности, при котором обязательно образуются теневые участки. На практике исполнитель отмывки мысленно намечает освещенные и теневые склоны рельефа, не задумываясь об угле наклона освещения. Однако учитывая классификацию рельефа суши по крутизне склонов и средний угол предгорного рельефа, равный 12° (по М. Ф. Срибному) этот угол теоретически можно считать близким к 10°.

При боковом освещении предмета образуется *собственная тень* — тень на самом предмете. Она передает размер и форму предмета. Собственная тень обращена в противоположную сторону от источника прямого света (см. рис. 112).

Освещенный прямыми лучами света, предмет отбрасывает *падающую тень*. В горном рельефе падающая тень закрывает соседний склон, обращенный в сторону источника света, полностью или частично (см. рис. 112).

В тех случаях, когда падающая тень закрывает склон частично, образуется край падающей тени. На ровном склоне край падающей тени повторяет очертания продольного профиля горного хребта. На расчлененном склоне очертания падающей тени приобретают очень сложный характер. В практике отмывки падающая тень, как правило, не применяется в первую очередь в целях достижения хорошей читаемости другого содержания карты. Поэтому, например, при фотографировании рельефных моделей в практике К. Веншова (ФРГ) применяется система освещения, позволяющая избегать образования падающих теней.

При боковом освещении ставится условие, что свет падает с северо-запада. Казалось бы, для карт Северного полушария наиболее естественным является юго-восточное или южное освещение. Однако применение такого освещения приводит к обратному пластическому эффекту: положительные формы рельефа читаются отрицательными и наоборот (рис. 114). Видимо, здесь проявляется наша привычка видеть свет всегда исходящим сверху (от северо-запада до северо-востока).

Освещение с северо-запада означает, что направление

света может меняться от запада к северу. Это позволяет, выделяя один склон хребта освещением, а другой — затенением, всегда получать устойчивый пластический эффект (рис. 115, *а*). Если направление света будет совпадать с направлением хребта, то оба склона будут освещены одинаково и пластического эффекта не получится (рис. 115, *б*).

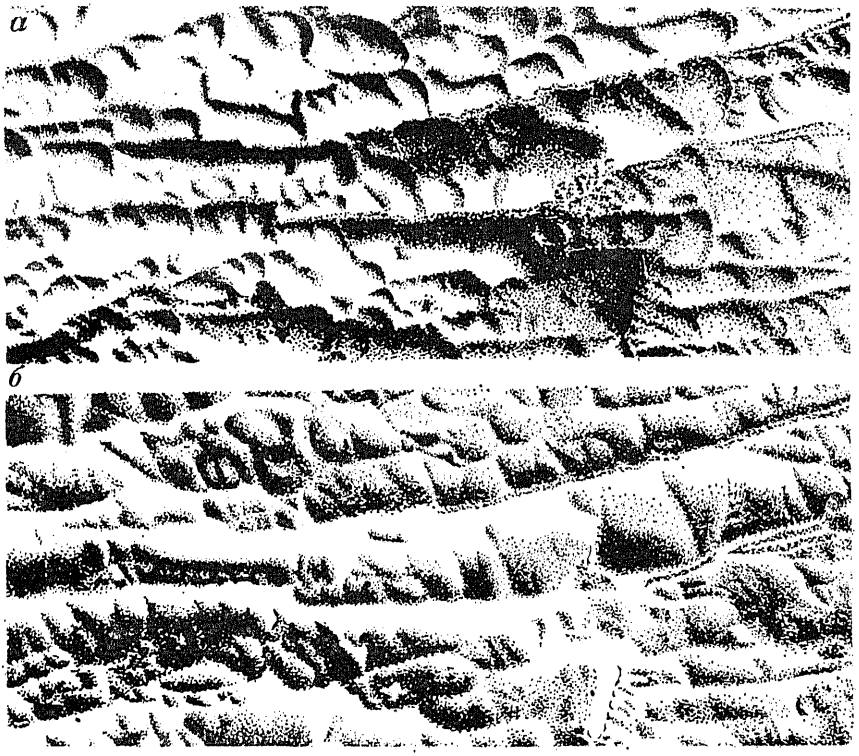


Рис. 114. Изображение грядово-лунковых песков:
а — освещение северное — пластический эффект правильный; *б* — освещение южное — пластический эффект неправильный (рельеф читается как грядовый)

Таким образом, при разнообразной ориентировке хребтов для каждого из них принимается свое направление освещения в пределах северо-западного сектора. Если в системе хребтов имеются главные хребты, то направление освещения следует ориентировать в первую очередь по ним. К выбору доминирующего направления освещения необходимо относиться внимательно, с тем чтобы отмывкой были выделены характерные особенности рельефа. Например, на отдельных картах при изображении светотенью горной системы Кордильер в Америке

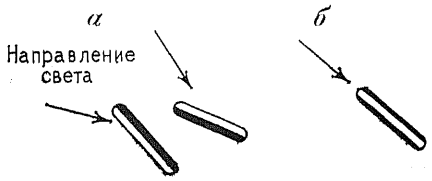


Рис. 115. Направление освещения в зависимости от ориентировки хребта:
а — правильное; *б* — неправильное

применялось не северо-западное, а северо-восточное освещение, что позволило избежать широкой полосы тени.

Таким образом, при выполнении отмывки гор в условиях бокового освещения необходимо учитывать следующие факторы образования светотени: направление освещения, виды света (прямой, рассеянный, отраженный), влияние воздушной перспективы, влияние светлотного контраста.

Комбинированное освещение применялось раньше как сочетание отвесного освещения с боковым. В настоящее время комбинированное освещение применяется при фотографировании рельефных моделей с целью получения наиболее пластичного изображения фоторельефа.

§ 82. УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИ ИЗОБРАЖЕНИИ РЕЛЬЕФА СВЕТОТЕНЬЮ

Пластическое изображение рельефа на карте должно создавать иллюзию выступания вершинных и отступания пониженных частей рельефа. Это может быть достигнуто при условии учета воздушной перспективы, которая в природе (в светотеневом отношении) проявляется в том, что удаленные предметы значительно теряют свою светлоту. Причина данного явления в частичном рассеивании и поглощении атмосферой отраженных от предмета лучей света, т. е. они до наблюдателя полностью не доходят.

Напротив, далекие темные предметы кажутся светлее. Это происходит вследствие «наложения» светлоты воздушной дымки на этот предмет.

Учитывая влияние воздушной перспективы, при светотеневом изображении гор подножия освещенных склонов обычно приглушают серой тушью, а собственную тень у подножий несколько осветляют. Таким образом, светлота далеких предметов нивелируется, т. е. не показывают контрастными низкие участки рельефа.

Проследим влияние воздушной перспективы при отмывке такой формы, как «крыша». При условии бокового северо-западного освещения образуются освещенный и теневой скаты.

На рис. 116, *а* представлены освещенный и теневой скаты без учета воздушной перспективы. В результате пластический эффект практически отсутствует. Линия *АБ* не смотрится ни выступающей, ни отступающей.

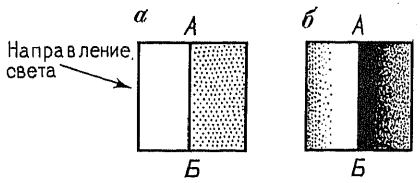


Рис. 116. Влияние на пластику воздушной перспективы

На рис. 116, *б* влияние воздушной перспективы учтено: подтенено подножие освещенного ската и осветлено — теневого (конек крыши воспринимается выступающим).

Влияние воздушной перспективы проявляется не только в изменении светлоты удаленных предметов, но и в четкости их очертаний: удаленные предметы несколько теряют четкость, резкость своих границ. Поэтому при изображении горного рельефа на карте границы тени в вершинных и низких частях гор следует показывать по-разному. Если у остроконечных вершин, острых гребней границы теней должны иметь резкие очертания, то в низких частях рельефа, у подножий гор края теней следует давать размытыми.

Воздушную перспективу нужно учитывать не только при изображении гор. Изучение фрагмента изображения одного из типов равнинного рельефа (см. рис. 119, *а*) позволяет выделить такие формы рельефа, как ложбина и балка. Ложбина — линейное углубление на земной поверхности, имеющее пологие склоны и понижающееся в одном направлении (рис. 117, *а*-1; 2). Использование зенитального освещения при изображении отмывкой данной формы неэффективно, так как крутизна склонов и тальвега ложбины одинакова. Ложбина хорошо читается, если применить принцип воздушной перспективы, затенив дно ложбины (рис. 117, *а*-3).

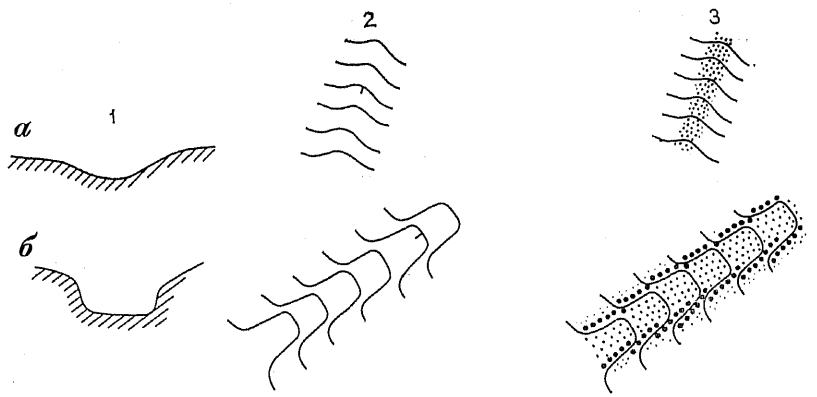


Рис. 117. Изображение отмывкой:
а — ложбины; *б* — балки

Балка (лощина) — линейно вытянутое, корытообразное углубление (рис. 117, *б*-1, 2). При зенитальном освещении затемняются крутые склоны балки (крупные точки на рис. 117, *б*-3). Затем, учитывая влияние воздушной перспективы, подтеняется дно балки (мелкие точки на рис. 117, *б*-3), если этого не сделать, получится неустойчивый пластический эффект, когда дно балки кажется то углублением, то выступом.

§ 83. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОТЕНИ В ГОРНОМ РЕЛЬЕФЕ

Наиболее сложное распределение светотени происходит в горном рельефе. Оно зависит не только от экспозиции склонов относительно направления света и влияния воздушной перспективы, рефлексов, падающих теней, но также и от характера рельефа. Дифференцируя склоны горных хребтов относительно источника света (несмотря на сложные законы распределения теней, полутеней и т. п.), можно выявить определенные закономерности распределения светотени на элементарной форме горного рельефа (рис. 118, *а*). В собственной тени это распределение совершенно отлично от склона, закрытого падающей тенью. И, напротив, у освещенного склона много общего с полутеневым склоном. Отметим, что собственную тень мы будем в дальнейшем называть теневым склоном, а склон, закрытый падающей тенью, — полутеневым.

На *освещенном склоне,* который освещается всеми видами света и в первую очередь прямыми лучами, светотень распределяется по принципу «чем выше и круче, тем светлее». Эта закономерность определяется влиянием воздушной перспективы, а в высокогорном рельефе еще тем, что лучи света падают почти перпендикулярно к поверхности у вершин и гребней хребта. Сказанное относится и к случаям изображения крутых участков у подножия освещенного склона — они будут светлыми. В результате данный принцип обусловливает изображение подножия освещенного склона полусветом, привершинных участков — светом (рис. 118, *б*).

На *теневом склоне* (собственная тень), освещаемом общим рассеянным светом, светотень распределяется по принципу «чем выше и круче, тем темнее». В высокогорном рельефе наиболее крутые участки находятся у вершин и гребней хребтов. Это одна из причин максимального затенения верхних частей зоны тени. Другой причиной является учет воздушной перспективы. Прямые лучи света проникают в общую теневую зону хребта и освещают вершины его теневых отрогов в тех случаях, когда продольный профиль хребта неровный и имеются седловины (см. рис. 118, *б*). При отмывке очень важно учитывать особенности строения хребтов и соответственно распределять светотень.

В результате принцип «чем выше и круче, тем темнее»

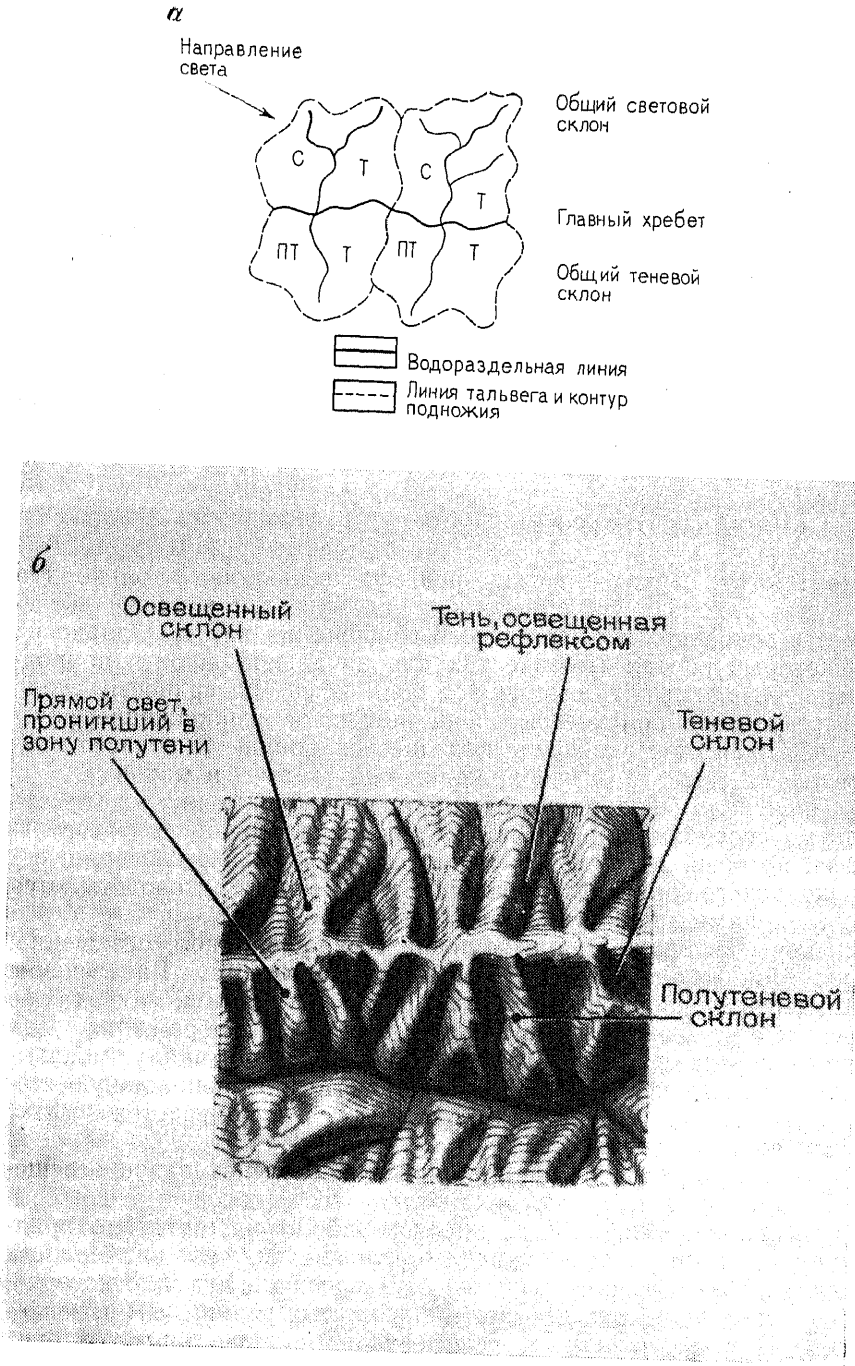


Рис. 118. Распределение светотени при изображении гор отмывкой

обусловливает изображение подножия теневого склона полутенью, а привершинных участков — тенью.

На полутеневом склоне, закрытом падающей тенью и освещаемом общим рассеянным и косым рассеянным светом, светотень распределяется по принципу «чем выше и круче, тем светлее». Хотя на этот склон не падают прямые лучи света, в его изображении много общего со световым склоном. Освещенный склон и склон, закрытый падающей тенью (полутеневой склон), обращены в сторону источника прямого света, а потому имеют единый принцип распределения светотени.

Вышесказанное позволяет сформулировать принципы распределения светотени при изображении горного рельефа следующим образом: 1) на склонах, обращенных к источнику света,— «чем выше и круче, тем светлее», 2) на склонах, обращенных в противоположную сторону, — «чем выше и круче, тем темнее».

§ 84. СПЛОШНАЯ ОТМЫВКА

На многих картах отмывку рельефа выполняют только для горных районов. Это обусловлено требованием хорошей читаемости основного и специального содержания карты. Однако на некоторых картах (физических для начальной школы, природных зон) отмывку выполняют для всей поверхности суши. В результате получается очень наглядное изображение рельефа. Такая отмывка носит название сплошной. Она часто применяется также при изображении дна океанов и морей.

Оригинал сплошной отмывки рельефа можно получить двумя способами: рукописным или с использованием фоторельефа, который получают механическим путем. При выполнении рукописного оригинала сплошной отмывки руководствуются следующими правилами.

Горы изображают при условии северо-западного освещения, при этом юго-восточные склоны гор затеняются. Расчленение низменностей, равнин долинами рек, уступами и т. п. также используют для получения пластического изображения. Для этого берега и уступы, обращенные к северо-западу, показывают светлой полоской, а обращенные в противоположную сторону — темной (см. рис. 120). В результате получается эффект солнечной освещенности.

При изображении равнин применяют зенитальное освещение, максимально учитывая влияние воздушной перспективы. Отмывка низменностей и плоскогорий выполняется по принципу «чем ниже, тем темнее» — это значит, что низменности показываются темнее равнин, возвышенностей и плоскогорий, а плоскогорья — светлее возвышенностей, равнин и низменностей. В результате на карте передается разность высот этих поверхностей.

Сочетание контрастного полутонового изображения гор

с «мягким» изображением плоских участков суши создает цельную, реалистичную и более наглядную картину земной поверхности.

Сплошная отмывка в значительной степени теряет свою наглядность, если карта перегружена спецсодержанием. Поэтому ее обычно используют на картах с небольшой нагрузкой и требующих большой наглядности изображения (карты для начальной школы и др.).

Сплошная отмывка может быть одноцветной или многоцветной. На некоторых тематических картах (экономических, исторических и др.) без фоновой окраски одноцветная сплошная отмывка, отпечатанная в светлых голубовато-серых тонах, является хорошим фоном для специального содержания, которое печатается яркими красками.

Прекрасное изображение получается при многоцветной сплошной отмывке (на физических картах, картах природных зон). В этом случае наилучшая пластичность достигается сочетанием ахроматической (например, серой) сплошной отмывки рельефа и цветной фоновой окраски. Сплошная отмывка выглядит пластичнее, если она отпечатана не в одну, а в две краски способом дуплекс.

§ 85. ОТМЫВКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ И ФОРМ РЕЛЬЕФА

Рельеф земной поверхности отличается большим разнообразием. Отдельные комплексы его форм образуют тип рельефа. Обычно выделяют следующие основные типы рельефа: 1) равнинный, 2) горный (высокогорный, среднегорный, мелкосопочник, плоскогорья и др.).

В зависимости от масштаба и назначения карты показывается тот или иной тип рельефа, та или иная степень его подробности. Например, на политико-административных, экономических, исторических картах отмывкой изображаются только горы, причем обобщенно, с выделением главных хребтов, имеющих большую высоту и протяженность. На физических картах, картах природных зон для школы отмывка выполняется не только для изображения гор, но и для равнин, т. е. применяется сплошная отмывка с соответствующей подробностью изображения.

Равнинный рельеф (равнины, плато), характеризующийся распространением горизонтальных или слабонаклонных поверхностей и незначительным по площади расчленением, при изображении методом теневой пластики на картах разного масштаба может выглядеть по-разному. Например, на картах крупного масштаба, если требуется передать отмывкой крутизну склонов, целесообразно применять зенитальное освещение рельефа без учета принципа воздушной перспективы. В этом случае отмывка выполняется по принципу «чем круче,

тем темнее». На плоских участках рельефа отмывка не затеняет остальную нагрузку карты и читаемость карты не снижается (рис. 119, *а*).

Если же не ставится условие передачи отмывкой крутизны скатов, то лучше использовать боковое освещение без затенения плоских горизонтальных участков рельефа. Например, применение зенитального освещения при изображении холмистого рельефа приводит к тому, что на карте получаются кольца — наглядность карты плохая. Боковое освещение значительно улучшает наглядность изображения холмов.

На мелкомасштабных картах типа физических для изображения равнин применяется сплошная отмывка.

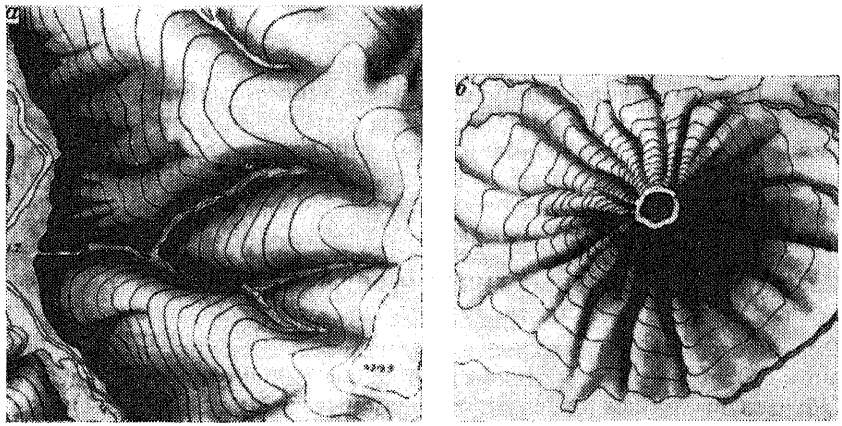


Рис. 119. Изображение отмывкой:
а — равнинно-эрозионного рельефа; *б* — вулканического

Высокогорный рельеф (Альпы, Кавказ, Гималаи и др.) характеризуется крутыми склонами, глубоким и резким расчленением, многочисленными скалистыми вершинами. Отмывка выполняется при условии бокового северо-западного освещения. Впечатление монолитности, массивности гор достигается при отмывке наложением интенсивных теней, применением больших контрастов света и тени, особенно в гребневой части хребтов. Для изображения характерно сгущение теней в углублениях, по ущельям, речным долинам, разделяющим теневые и освещенные склоны. Пластика достигается применением следующего принципа распределения светотени: на освещенных и полутеневых склонах — «чем выше и круче, тем светлее», на теневых склонах — «чем выше и круче, тем темнее». Расчлененность высокогорного рельефа хорошо подчеркивается при использовании совместно отмывки и штриховки, которую применяют для изображения скал, усиления расчленения рельефа (по днищам узких долин, расщелин).

Своеобразный характер носит отмывка альпийского типа рельефа, т. е. гор, находящихся в нивальной зоне. Тени в зоне снега и ледников более светлые, с плавными размывами в карах и трогах (рис. 120). Контрасты светотени остаются по гребням хребтов. Выступы скал среди снега и ледников передаются штриховкой. Иллюзию солнечной освещенности в изобра-

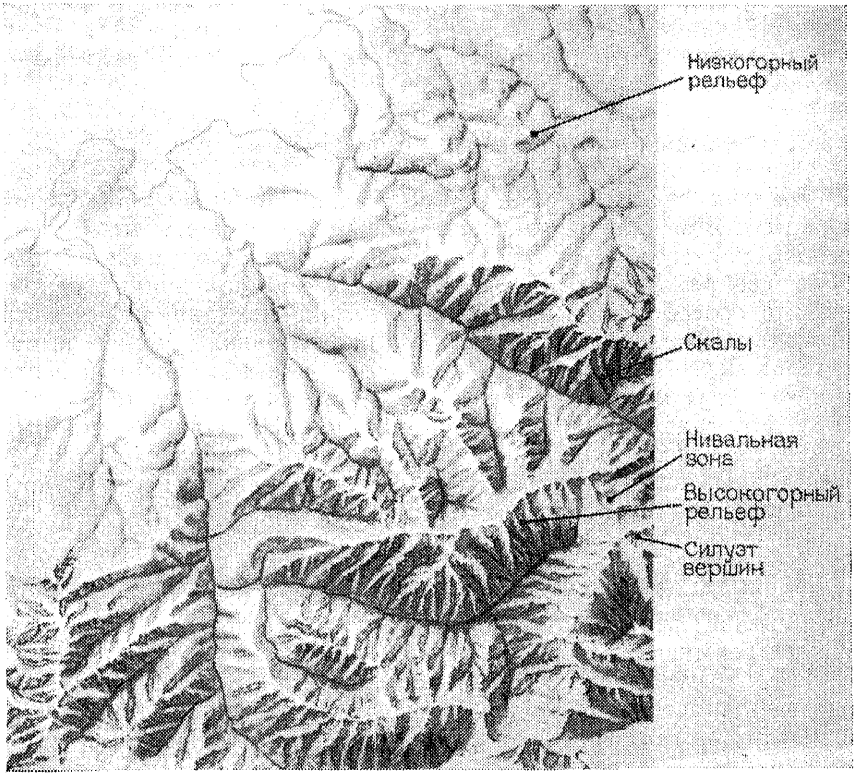


Рис. 120. Изображение отмывкой альпийского типа рельефа

жении высокогорного рельефа создают рефлексы, падающие тени и т. п.

Среднегорный и низкогорный рельеф отличаются, как правило, мягкими очертаниями, округлыми вершинами, относительно пологими склонами. Однако расчлененность рельефа порой довольно значительна. Указанные особенности успешно передаются отмывкой. Здесь требуется более совершенная техника размыва с учетом формы склонов, например с постепенным размывом к вершине. Интенсивность теней меньше, чем при отмывке высокогорного рельефа.

Отмывка *вулканического рельефа* выполняется при условии бокового северо-западного освещения. На крупномасштабных картах показываются формы, присущие вулканам: кратеры, барранкосы и др. Они изображаются с учетом не только вышеуказанного принципа освещения, но и экспозиции склонов. На рис. 115, *б* видно, что тень кладется не по дну барранкоса, а по одному из его склонов, обращенному в противоположную от света сторону. Наибольший контраст света и тени в изображении вулкана должен быть у вершины, у кратера.

Отмывкой наглядно передаются и другие типы рельефа — мелкосопочник, плато и др.

§ 86. ШТРИХОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА НА КАРТАХ

В кратких сведениях об истории развития способов теневой пластики отмечались их преимущества и недостатки. Способ печати карты обусловливает необходимость продуманного выбора изображения рельефа. Известно, что оригиналы, исполненные способом отмывки, при фотографировании через растр становятся менее контрастными и, как правило, менее выразительными. Штриховое изображение рельефа воспроизвести в печати значительно легче, так как оно не требует ни растровой фотографии, ни сложной ретуши. Неслучайно поэтому скалы на топографических картах, а иногда и рельеф на некоторых тематических картах (туристских, исторических и др.) выполняются в штриховом изображении.

Известно, что сочетание отмывки с гипсометрией обеспечивает наилучшую пластику изображения на картах, но читаемость гипсометрических слоев под отмывкой ухудшается, и применение штриховки на этих картах вместо отмывки имеет явное преимущество.

Штриховое изображение наиболее наглядно и читаемо, если оно выполняется при условии бокового освещения. Дополнение отмывки отчетливым штриховым рисунком скал, острых гребней хребтов и их отрогов, расщелин, дна ущелий значительно увеличивает ясность и выразительность пластического изображения рельефа. Эксперименты, проведенные П. А. Скворцовым, показали, что прорисовка контуров характерных структурных линий рельефа, теневая проработка дна речных долин, разделяющих горные массивы, даже после растровой фотографии сохраняют отчетливую картину как деталей, так и крупных форм рельефа.

Для отображения характерных особенностей горного ландшафта П. А. Скворцов предлагал использовать легкие штрихи, подчеркивающие изрезанность, складчатость, слоистость форм и т. п. Он доказал также возможность совместного изображения отмывки рельефа и леса. Принимая за основу изображения леса штриховой рисунок различной формы (полукруглые штрихи — для лиственных лесов, вертикальные штрихи — для

хвойных), а также допуская определенное преувеличение размеров штрихового рисунка леса на учебных, туристских и некоторых других картах, П. А. Скворцов добивался гармоничности сочетания отмывки с изображением леса. При этом штриховка на теневых склонах была более толстой и густой, чем на освещенных склонах рельефа, что позволило усилить пластику изображения в целом.

Особое место в светотеневом изображении рельефа занимают скалы — выходы на поверхность твердых коренных пород, имеющих большую крутизну и расчлененность. Обычно они имеют большое распространение в верхних участках гор, где наиболее сильно проявляется разрушение пород, часто встречаются также по склонам гор и в долинах горных рек.

Скалы могут иметь различные, иногда самые причудливые формы. В высокогорьях они занимают обширные участки в виде острых, часто зазубренных гребней. Склоны таких скалистых участков могут быть почти отвесными в виде ровных стенок или сильно раздробленными трещинами, расщелинами. В зависимости от характера пород, слагающих скалы, от выветривания и многих других причин формы скалистой поверхности могут быть ровными, угловатыми, округлыми, ступенчатыми или в виде выступов, столбов и т. п. Большая расчлененность поверхности скал хорошо передается штриховкой, в то время как отмывка и горизонтали не обеспечивают желаемого наглядного изображения. Кроме этого, штриховой рисунок достаточно хорошо, без изменений передается при печати, а в случае сочетания с горизонталями не требует какой-либо усложненной технологии воспроизведения. Поэтому штриховое изображение скал, несмотря на трудоемкость исполнения, прочно вошло в практику картографии, особенно на топографических картах.

При изображении скал штриховкой получают теневой рисунок. Различные градации светотени образуются в зависимости от густоты и толщины штриховки. Светотеневое изображение альпийских форм скалистого рельефа строится при условии бокового северо-западного освещения со следующим распределением светотени: на освещенном и полутеневом склонах — «чем выше и круче, тем светлее»; на теневом — «чем выше и круче, тем темнее».

Штриховка при изображении скал носит различный характер на картах мелких и крупных масштабов.

Из-за небольшой площади изображения скал на картах мелких масштабов штриховку выполняют обычно по гребням хребтов и их отрогам (см. рис. 120). Штриховку наносят в виде пунктирных линий с переломом в местах, где от гребня отходят отроги. Излом выполняется в сторону тени, штрих переходит в точки. На освещенных склонах подножие скал изображается скобообразными штрихами, от которых в сторону гребня отходят линии отрогов и промоин. На освещенном склоне

линии отрогов, как правило, не доходят до гребня, на теневом — изображаются от вершин до подножий. Большая наглядность скалистого зубчатого гребня достигается с помощью небольшого полуперспективного рисунка пиков, вершин.

На картах крупных масштабов изображение скал штриховкой выполняется по рисунку горизонталей. Ввиду большой крутизны скал по их изображению даются только кратные горизонтали. Резкие скалистые формы обусловливают угловатый рисунок горизонталей. Правильному и наглядному изображению скал способствует использование аэрофотоснимков, фотографий и рисунков данного района.

Изображение скал на топографических картах способом штриховки выполняется в следующем порядке (рис. 121). Вначале выполняют наиболее выступающие пики и зубцы гребня по возможности полуперспективным рисунком небольших размеров, чтобы не повлиять на точность изображения. Затем проводят структурные линии: по гребням — толстые, в случае зазубренного гребня — прерывистые штрихи с изломом в сторону тени, по тальвегам — сплошные. На освещенном склоне показывают только наиболее характерные структурные линии. Они даются с отбором и меньшей толщиной линий.

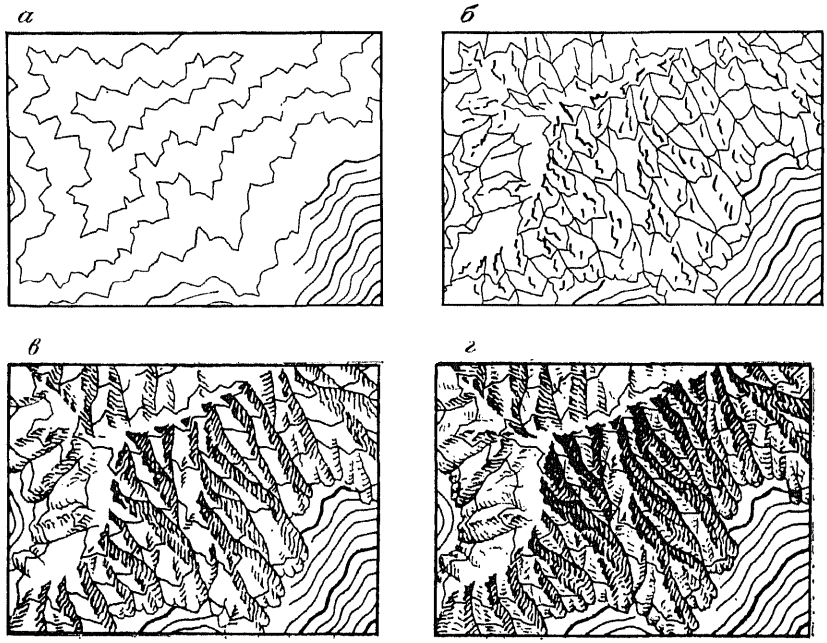


Рис. 121. Методика вычерчивания условного знака скалистого рельефа на топографической карте:

а — изображение скалистого рельефа горизонталями; *б* — нанесение структурных линий; *в* — штриховка затененных склонов; *г* — общая проработка рисунка

Подножие скал в зависимости от четкости границы может изображаться штрихами или точками. Точками, переходящими в условный знак осыпи, показываются подножия скал с неясно выраженной границей.

Между структурными линиями, ограничивающими грани скалистых форм, на теневых и полутеневых склонах производится теневая штриховка. В результате создается светотеневой пластический рисунок. На теневых склонах штрихи выполняют чаще и толще, у вершин и гребней теневых склонов они могут

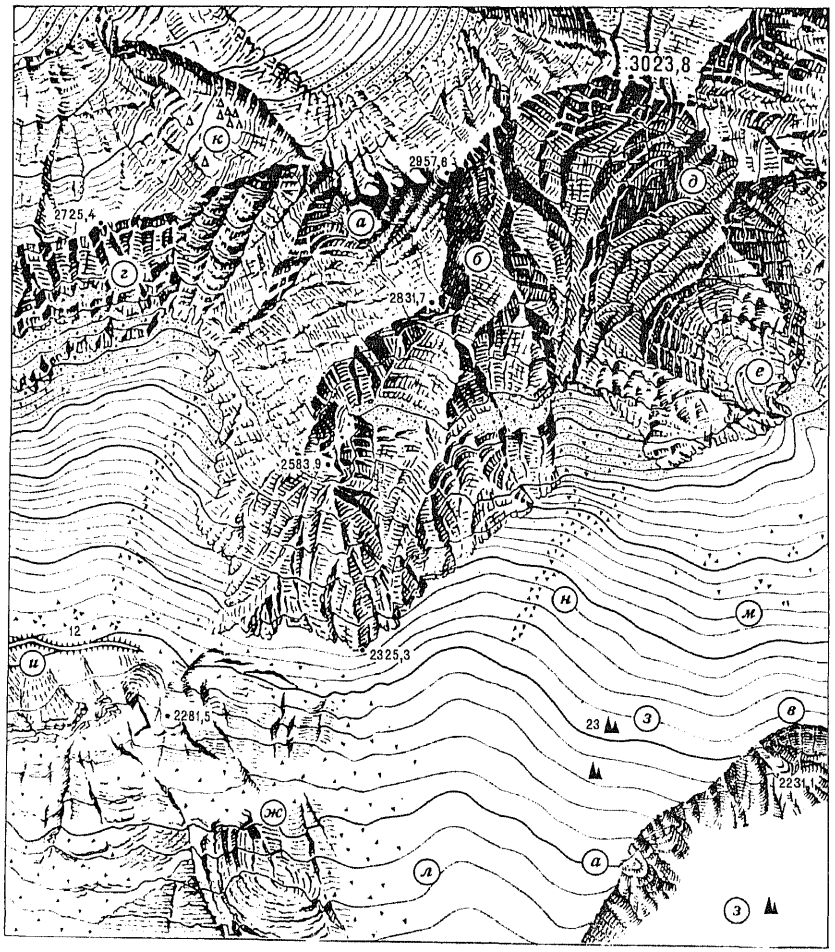


Рис. 122. Примеры изображения форм скалистого рельефа на топографической карте:

а — скалистые вершины; *б* — скалистые хребты; *в* — скалистые обрывы; *г* — скалистые уступы; *д* — пластовые образования в скалах; *е* — слоистость на скалистых склонах; *жс* — скалистые поверхности; *з* — скалы-останцы, *и* — дайки; *к* — глыбовые скалы; *л* — каменистая поверхность; *м* — каменистая россыпь; *н* — каменная река

сливаться, образуя интенсивную тень. К подножию штрихи становятся тоньше и немного реже (влияние воздушной перспективы). На полутеневых склонах штриховка должна быть тоньше и реже штриховки теневых склонов. Для того чтобы горизонталь в зоне тени читалась, при теневой штриховке с одной стороны каждой горизонтали оставляется тонкая светлая полоска, по которой легко проследить ее ход. На освещенных склонах показываются наиболее крупные расщелины или гребни, т. е. только структурные линии.

При отображении характера форм скалистого рельефа большое значение имеет направление штриховки. Строгих правил о направлении нет, но подмечено, что вертикальная штриховка (перпендикулярная к горизонталям, гребню и тальвегу) хорошо подчеркивает уступы, вогнутые склоны; горизонтальная (параллельная горизонталям, тальвегу и гребню) — пологие поверхности и выпуклые склоны. В зависимости от экспозиции склона должна изменяться и толщина штрихов. Промоины, борозды, слоистость и трещиноватость подчеркиваются продольными штрихами. Чтобы отобразить характер поверхности, эти штрихи должны преобладать над теневой штриховкой (рис. 122).

§ 87. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОТМЫВКЕ РЕЛЬЕФА

Отмывка рельефа значительно облегчается, если имеется голубая копия с изображением рельефа горизонталями, чтобы исполнитель отмывки мог читать по рисунку горизонталей типы и формы рельефа, мысленно создавая его пространственный образ. Успешное выполнение отмывки рельефа обеспечивается хорошим знанием теории теневой пластики (видов света и освещений, теней, принципа воздушной перспективы и т. д.) и владением техническими способами полутонового изображения.

В процессе выполнения отмывки рельефа необходимо также руководствоваться изображением речной сети, береговой линии морей и озер, населенных пунктов, дорожной сети, границ. В тех случаях, когда картографическая основа не обеспечивает выполнения отмывки, привлекаются другие картографические и литературные материалы. При этом основными следует считать карты с пластическим изображением рельефа, гипсометрические карты, рельефные модели. В качестве дополнительных материалов определенную помощь могут оказать аэроснимки, фотографии, рисунки, географические описания.

Иногда при подготовке к отмывке рельефа приходится прибегать к составлению орографической схемы. Как правило, это происходит при отсутствии необходимых для отмывки картматериалов. На орографической схеме выделяется основное содержание рельефа: орографические районы, хребты, вершины, перевалы. Дается характеристика хребтов: главные, второстепенные, с округлыми или острыми очертаниями гребней и др.

(рис. 123). Значительную помощь при отмывке, особенно на основе без горизонталей, оказывает изображение речной сети. Ориентируясь по изгибам рек и орографической схеме, легче выделить отроги главного хребта, их протяженность и таким образом достоверно отобразить отмывкой главный хребет.

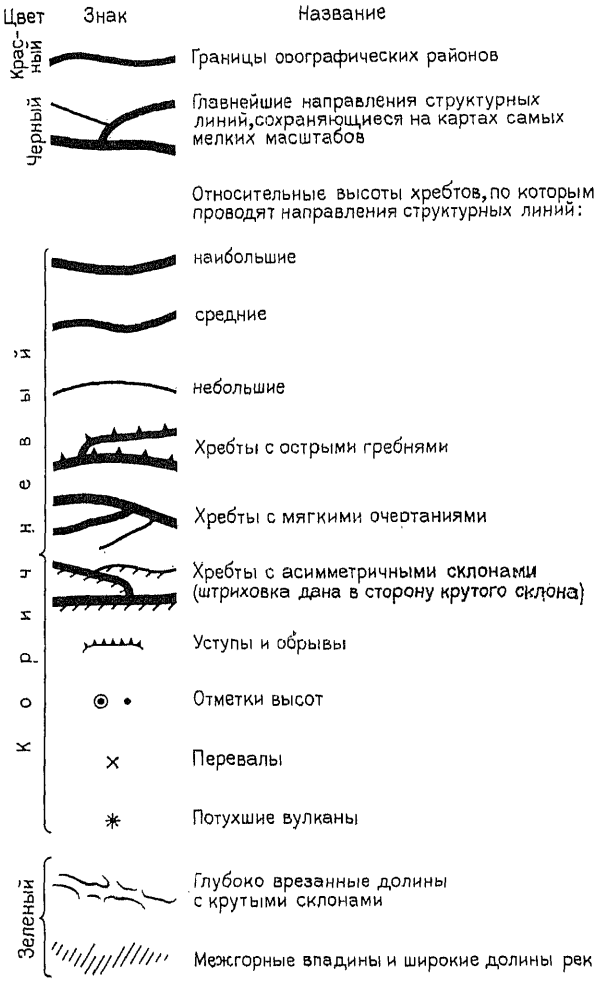


Рис. 123. Условные знаки орографической схемы

Все материалы, используемые при подготовке оригинала отмывки, должны быть проанализированы и критически оценены по полноте содержания, достоверности, а также по способу и качеству изображения на них рельефа.

§ 88. ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ТЕНЕВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

Теневое изображение рельефа, выполняемое различными способами (штриховкой, тушевкой, отмывкой и др.), требует соответствующих инструментов, материалов и специальной техники исполнения. В современной картографии среди технических приемов получения светотеневого изображения ведущее место заняла отмывка.

Отмывка выполняется путем нанесения тушевого мазка и последующего размыва его краев. Для отмывки можно использовать тушь сухую в палочках или плитках, концентрированную или акварельные краски. В настоящее время предпочтение отдается черной концентрированной туши, выпускаемой в тюбиках. Она имеет необходимый интенсивный черный цвет и легко разводится в воде до нужной густоты.

Отмывка производится на чертежной бумаге, имеющей твердую поверхность и ровный белый фон. Этим условиям отвечает бумага чертежная «Гознак», ручного полива (ватман). В производственных условиях при подготовке оригинала отмывки рельефа бумагу наклеивают на жесткую основу. Перед работой поверхность бумаги промывается водой.

При отмывке применяют круглые кисти, имеющие упругие волоски и дающие при смачивании острый конец. Для работы удобно использовать и двусторонние круглые кисти разных размеров, от № 6 до № 11. При этом меньшая кисть применяется

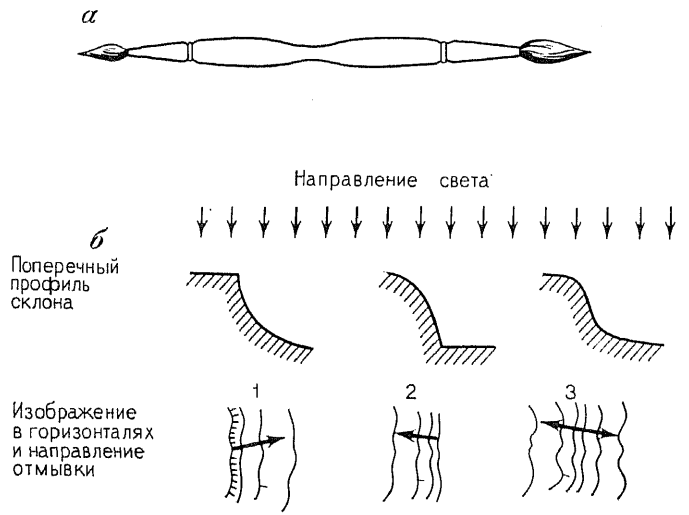


Рис. 124. Кисточка для отмывки (*а*); техника отмывки в зависимости от характера рельефа (*б*)

для нанесения туши, бóльшая — для размыва мазка (рис. 124, *а*).

При изображении высокогорного рельефа и скалистых участков методом теневой пластики используется также ручка с чертежным пером. В процессе отмывки в качестве вспомогательного материала необходимо иметь пробную и промокательную бумагу.

Техника отмывки состоит в следующем. Перед работой обе кисти смачивают водой, избыток которой убирают промокательной бумагой. Затем на меньшую кисть набирают тушь и проверяют ее густоту на пробной бумаге. Только после этого наносят тушь на оригинал отмывки. Не позволяя засохнуть тушевому мазку, размывают его край чистой влажной кистью большего размера. Следует помнить, что излишек или недостаток туши и воды на кистях ухудшают качество отмывки. Тушевой мазок делают только в одном месте, в противном случае он засыхает и размыва не получается.

В зависимости от характера изображаемой формы рельефа размыв выполняют до определенных границ в одну или разные стороны.

Успешной работе способствует также правильная организация рабочего места: свет и картматериалы располагают слева, тушь, кисти, баночку с водой, пробную и промокательную бумагу — справа.

Широкое внедрение пластиков в картографию способствует применению при подготовке к изданию некоторых карт тушевки вместо отмывки. Иногда это дает определенную экономию времени. Как уже отмечалось, тушевка может выполняться на различных материалах (бумаге, пластике с шероховатой поверхностью) тушевальным или графитовым карандашом. Для получения плавных переходов от света к тени применяют растушевки с острыми и мягкими концами и резинки. Чтобы изображение не смазывалось, при работе под руку подкладывают бумагу.

Техника отмывки зависит от характера форм рельефа. Поясним это на примере зенитального, отвесного освещения. При наличии ясно выраженной бровки на склоне мазок туши накладывается на место максимальной крутизны под бровкой, вдоль ее контура, и размывается вниз по склону (рис. 124, *б*-1).

Если у склона имеется четко выраженная подошва, тушевой мазок наносится на месте крутого склона у подошвы вдоль ее контура и размывается вверх по склону (рис. 124, *б*-2).

В случае если крутой склон плавно переходит в пологий, мазок туши наносится вдоль самого крутого места и размывается в стороны уменьшения крутизны, т. е. кверху и книзу (рис. 124, *б*-3).

Качество теневого изображения рельефа в значительной степени зависит от методики выполнения оригинала отмывки. Перед началом работы возникает несколько вопросов: какова

должна быть степень обобщения отмывкой рисунка горизонталей, отмывать до конца каждую деталь рельефа или делать это последовательно на нескольких деталях, накладывать ли тень по всему хребту или только по отрогам, класть ли тушевой мазок целиком или по частям, какой интенсивности брать тушь и др.

Процесс теневого изображения — процесс творческий. Поэтому трудно говорить о какой-либо стандартной последовательности приемов. Исполнитель должен постоянно анализировать создаваемое изображение и принимать соответствующее решение: где-то усилить тень, где-то сгладить переход от тени к полутени и т. п.

Однако некоторые рекомендации по методике отмывки можно дать. Например, нецелесообразно наносить серую полосу (и тем более темную полоску) по общей тени хребта. Это приведет не только к плохой читаемости деталей в зоне общей тени, но и исказит действительное распределение светотени. С самого начала следует давать полутоновые переходы, а не накладывать тени ровным фоном.

Желательно сделать вначале легкую отмывку по всему оригиналу, а не отрабатывать до конца каждый отдельный участок. В процессе работы нужно возвращаться к первоначальным участкам и дорабатывать их.

Во многом качество изображения рельефа зависит от степени обобщения. Последняя, в свою очередь, зависит от масштаба, типа и назначения карты. Поскольку на оригинале отмывки могут встретиться различные типы рельефа, важно выдержать единую степень обобщения. Обобщение форм рельефа отмывкой может производиться как путем объединения нескольких форм в одну, так и применением различной интенсивности затенения. Например, главные формы, глубокое расчленение рельефа подчеркивают более густой тенью, а некоторые полуосвещенные участки оставляют совершенно светлыми.

При изображении высокогорного рельефа на первом этапе показывают полуперспективным рисунком вершины, потом структурные линии гребней, хребтов, днищ долин и расщелин.

Для обозначения тальвега удобно применить сплошную линию. Гребни в соответствии с их большей расчлененностью изображают прерывистой линией с изломом в сторону тени в месте расчленения гребня.

На втором этапе производится отмывка при условии бокового северо-западного освещения. Вначале выполняется легкая отмывка в зоне тени книзу, затем усиливается контраст света и тени по гребню хребта.

На третьем этапе отмывка дополняется штриховой проработкой гребней хребтов и расщелин по принципу, описанному на первом этапе. Такой прием позволяет наглядно показать скалистость и большую расчлененность высокогорного рельефа.

§ 89. ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕТОТЕНЕВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

Получение правильного и наглядного пластического изображения рельефа требует высокой квалификации исполнителя, владеющего не только основами светотеневого изображения и знанием геоморфологии, но и имеющего определенные способности к рисованию. Трудность создания полутонового изображения заставляет картографов искать способы, допускающие автоматизацию работ. Эти поиски привели к разработке так называемой аналитической отмывки.*

Попытки обосновать математический способ теневого изображения предпринимались давно. В 1878 г. немецкий картограф Вихель предложил рассчитывать освещенность H точек земной поверхности по известной из сферической тригонометрии формуле, исходя из того, что освещенность пропорциональна косинусу угла между нормалью и лучами света (рис. 125, а):

$$H = \cos e = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos c.$$

При условии падения лучей света с северо-запада под углом $a=45°$ формула упрощается. Для вычисления освещенности точки O величина угла b находится по масштабу заложения, c — измерением угла между направлением света и горизонталью. Значения освещенности значительного числа точек позволяют провести на карте изофоты (линии равной освещенности) и в итоге построить объективное пластическое изображение. Способ Вихеля в свое время не нашел практического применения ввиду большого количества вычислений. В отличие

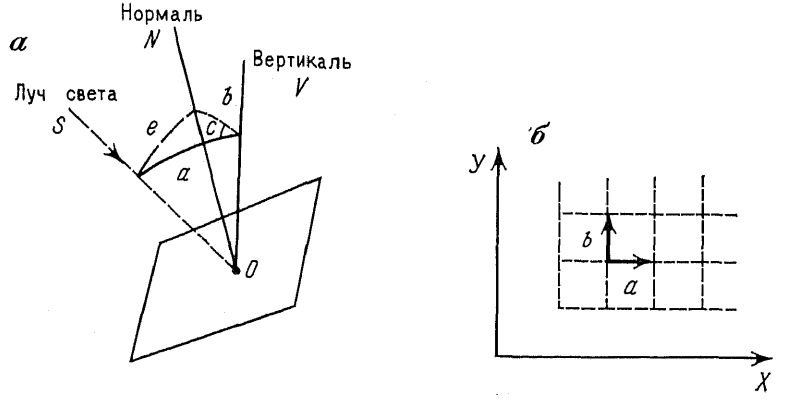


Рис. 125. Характеристики вектора света:
а — зависимость освещенности точки *O*; *б* — разграфка карты и параметры *a* и *b*

* *Yoéli P.* Analitical hill shading (a cartographic experiment).— Surveing and mapping, 1965, N 4.

от данного способа в аналитической отмывке на основании векторного анализа определяется освещенность не точек, а малых плоских площадных элементов карты по формуле

$$H = \cos e = (-S_x a_z b_y - S_y a_x b_z + S_z a_x b_y) / \sqrt{(a_z b_y)^2 + (a_x b_z)^2 + (a_x b_y)^2},$$

где S_x, S_y, S_z — компоненты единичного вектора света при заданном угле наклона лучей света; a_x, b_y — постоянные компоненты векторов a и b, определяющиеся по карте с заданной густотой разграфки (рис. 125, *б*).

Компоненты a_z и b_z вычисляются интерполяцией углов квадратов относительно горизонталей, но могут быть взяты непосредственно со стереоскопической модели на стереоавтографе с электронным регистратором. Последний передает полученные высоты на перфокарты ЭВМ для последующего вычисления интенсивности освещения.

Полученным значениям косинусов (интенсивности освещения) присваивается соответствующая плотность серого цвета из фотографической клиновидной шкалы. Функциональная связь между интенсивностью освещения и плотностью изображения D выражается формулой

$$D = \log(1/\cos e) = \log(1/H).$$

Человеческий глаз хорошо различает не более 20 ступеней от черного до белого. В простейшем случае квадраты различной плотности серого цвета наклеиваются на соответствующие места разграфки карты, в результате чего получается мозаичное изображение, которое затем фотографируется с уменьшением с целью получения сглаженного изображения.

Округленные ЭВМ значения интенсивности освещения каждого элемента площади при помощи автоматического координатографа с особым устройством можно преобразовать в графическую форму. В рассматриваемом случае более рациональным представляется получение различной плотности изображения с использованием фотопроектирующей головки исполнительного прибора, имеющего набор негативов с различной плотностью растрового изображения и способного проецировать определенную экспозицию на фотобумагу.

Таким образом, пластическое изображение рельефа может быть получено автоматически на основе аналитической отмывки двумя путями: снятием исходных данных или с карты, или со стереомодели. Оба пути являются довольно перспективными. Особого внимания заслуживает получение пластического изображения рельефа со стереомодели, позволяющее полностью автоматизировать процесс. Кроме того, получение со стереомодели компонентов a_z и b_z в отличие от карты дает результаты истинной поверхности, а не ступенчатой.

В настоящее время на отечественных топографических картах светотеневое изображение рельефа не применяется. Исклю-

чением является условный знак скал, который передается штриховым рисунком. Изображение скал на топокартах в силу разных причин имеет ряд недостатков. Одной из этих причин является большая сложность перехода от изображения скал на аэроснимке к штриховому пластическому рисунку скал на карте. Выполнение же изображения скал в отрыве от аэроснимка обычно приводит к плохим результатам. Поэтому, на наш взгляд, применение аналитической отмывки на топографических картах, во-первых, сделает пластическое изображение объективным; во-вторых, явится процессом, сопутствующим фотограмметрическим процессам, и, в-третьих, с развитием автоматизации станет экономически оправданной.

Анализ аналитической отмывки показывает определенное преимущество ее перед фоторельефом. Аналитическая отмывка исключает, например, отрицательное влияние падающих теней. Изображение при этом имеет ортогональную проекцию. Однако аналитическая отмывка не лишена и недостатков. Она «безразлична» к геоморфологическим особенностям местности, не учитывает большого влияния на изображение горного рельефа воздушной перспективы, исключает генерализацию теней.

Глава 20
ЦВЕТОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ РЕЛЬЕФА НА КАРТАХ

§ 90. ГИПСОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРАСКА РЕЛЬЕФА НА КАРТАХ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

Цветовое оформление рельефа составляют способы наглядного пластического изображения рельефа на картах художественно-графическими средствами, к которым, в частности, относятся гипсометрическая (послойная) окраска и сочетание ее с пластическим изображением рельефа — отмывкой.

Гипсометрическая окраска как способ цветового оформления рельефа заключается в равномерной окраске интервалов между горизонталями. Цвета окраски составляют цветовой ряд (шкалу), ступени которого по характеристическим показателям цвета — цветовому тону, светлоте и насыщенности — находятся между собой в определенных соотношениях и обусловлены принципами цветовой пластики.

Гипсометрическая окраска значительно повышает читаемость рельефа на картах. Благодаря цветовым различиям в окраске высотных поясов четко выделяются крупные орографические системы, направления хребтов, их расчлененность, различия в крутизне склонов и другие особенности строения рельефа. Послойной окраской на картах оформляют не только рельеф суши (гипсометрическая окраска), но и рельеф морского дна (батиметрическая окраска).

К шкалам гипсометрической окраски предъявляются следующие требования:

цветовая пластика шкалы должна соответствовать поперечному профилю рельефа;

цветовые характеристики в шкале должны изменяться с такой закономерностью, чтобы, несмотря на ступенчатый характер окраски, создавалось зрительное впечатление единой поверхности рельефа;

ступени шкалы должны хорошо различаться вблизи, а на расстоянии — четко выделяться цвета основных высотных зон;

окраска ступеней, особенно нижних, не должна быть темной, чтобы не затруднять чтение остального содержания карты;

окраска шкалы в целом должна обладать гармоничностью цветовых сочетаний и быть эстетически привлекательной.

При выполнении указанных требований необходимо учитывать следующие факторы.

Структура высотных приращений

Обычно на картах шкалу гипсометрической окраски выполняют неравноступенной по высотным интервалам между горизонталями. Например, в нижней части — через 100, 200, 300 м, выше — через 500, 1000 м и более. Соответственно, окраска ступеней должна иметь небольшие цветовые различия между нижними и более резкие — между верхними ступенями.

Снижение чувствительности глаза к различению окрасок при малых углах зрения

Чувствительность глаза к различению деталей и цвета изображения, рассматриваемого под углом зрения менее 10′, резко уменьшается. Линейные величины, соответствующие малым углам зрения для разных расстояний от глаза до изображения, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Расстояние от глаза до изображения, см	Угол зрения, мин	
	10	4—3
	Линейные величины, мм	
33	1,0	0,4—0,3
100	3,0	1,2—0,9
700	20,0	8,0—6,0

Хорошее различие высотных ступеней свидетельствует о высоком качестве гипсометрической окраски рельефа. При ее разработке следует обратить внимание на узкие высотные слои и приблизительно оценить их угловые размеры для тех расстоя-

ний, с которых будет рассматриваться карта. Если окажется что в некоторой высотной зоне много узких трудно различимых участков, то следует обобщить узкие слои, закрасив их одним цветом. Тогда число высотных ступеней сократится и легче будет обеспечить их цветовые различия. Когда обобщение высотных ступеней нежелательно, то увеличивают их различие, изменяя светлоту, цветовой тон или насыщенность цвета, а иногда и все его характеристики одновременно.

При многоступенной послойной окраске лучшее различие ступеней достигается слабо ощутимыми изменениями в тоне и светлоте нижних и средних ступеней шкалы и усиленным наращиванием густоты окраски верхних ступеней.

Различия в зрительном восприятии окрасок больших и малых площадей

Большие и малые площади или полосы на карте, окрашенные в один цвет, воспринимаются по-разному. Большие «бросаются в глаза» сильнее, чем малые, так как превосходят их по степени воздействия на зрение. Создается впечатление их разной удаленности, т. е. неодинаковый эффект пластики одного и того же цвета. Этот эффект усиливается представлением о линейной перспективе: малое пятно кажется расположенным дальше, чем большое, хотя по окраске они совершенно одинаковы и находятся в одной плоскости.

Выравнивание пластической броскости широких и узких участков одной и той же высотной ступени при работе акварельными красками не делают. При существующей технологии издания карт одинаковые высотные ступени гипсометрической окраски воспроизводятся в печати одним цветовым тоном независимо от того, какую площадь они занимают.

Психофизический закон Вебера—Фехнера в применении к гипсометрической окраске

Сущность психофизического закона Вебера—Фехнера заключается в том, что зрительные ощущения изменяются не прямо пропорционально раздражению, а отстают от него. В гипсометрических шкалах, ступени которых различаются густотой окраски, эффект цветовой пластики зависит от степени их светлоты и насыщенности. В ахроматическом ряду наблюдается эффект «подъема», «приближения» к наблюдателю светлой части шкалы и тем сильнее, чем больше ступеней в шкале, так как черная ступень — это отсутствие цветового раздражения, а белая — раздражение всех цветоощущающих элементов глаза с наибольшей силой. В рядах, близких к ахроматическим, эффект пластики также проявляется в направлении высветления, но с несколько меньшей силой.

Основываясь на законе Вебера—Фехнера, В. Оствальд построил две шкалы с равным для зрительного восприятия различием ступеней по светлоте:

1) длинную шкалу, в которой светлота ступеней (в % отражения) составляет геометрическую прогрессию (знаменатель — 1,28): 2,2 2,8 3,5 4,5 5,6 7,1 8,9 11,0 14,0 18,0 22,0 28,0 35,0 45,0 56,0 71,0 89,0;

2) укороченную шкалу: 2,2 3,5 5,6 8,9 14,0 22,0 35,0 56,0 89,0.

Показатели светлот второй шкалы взяты из первой через один. Следовательно, первая шкала обладает меньшей (более «тонкой») различимостью ступеней по светлоте, чем вторая.

Обе шкалы имеют большое практическое значение для гипсометрической окраски. Зная светлоту краски в ее самом насыщенном состоянии и при сильном разведении водой (до степени минимальной насыщенности, т. е. когда цвет ее еще зрительно воспринимается), по шкалам можно установить, сколько хорошо различимых ступеней можно получить, используя эту краску. В табл. 6 приведены средние значения светлоты некоторых красок в насыщенном состоянии и число различимых ступеней, получаемых с их помощью.

Таблица 6

Название цвета краски	Среднее значение светлоты краски в ее насыщенном состоянии, %	Число ступеней	
		вполне различимых	слабо различимых
Марс коричневый темный	14	5—6	8—9
Сиена жженая	21	4	6—7
Кадмий красный	25	3—4	6
Кадмий красно-оранжевый	35	2—3	4—5

§ 91. ЦВЕТОВАЯ ПЛАСТИКА И ПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦВЕТОВЫХ РЯДОВ

Цветовая пластика — это иллюзия зрительного восприятия поразному окрашенных участков на плоскости, которые зрителю кажутся как бы находящимися на разном от него удалении, т. е. выступающими (приближенными) или отступающими (отдаленными). Представление о пространственном расположении цветных пятен на плоскости обусловлено различием их окраски по цветовому тону, насыщенности, светлоте или различием их окраски по двум или трем характеристикам цвета.

Явление цветовой пластики широко используется при цветовом оформлении рельефа, в частности, способом гипсометрической окраски, так как способствует наглядной передаче на плоскости объемно-пространственных форм рельефа. Для овладения техникой пластических окрасок необходимо знать сущность цветовой пластики.

Пластика цветов объясняется многими причинами, одна из которых заключается в различии коэффициентов преломления цветных лучей в хрусталике глаза. Коротковолновые лучи пре-

ломляются под бо́льшим углом, чем длинноволновые. Вследствие этого создается зрительное впечатление, что источник синих (коротковолновых) лучей расположен дальше, а красных (длинноволновых) — ближе к наблюдателю. Помимо причин физической природы цвета и особенностей строения глаза большое значение имеют и психологические причины, в частности, опыт наблюдения природных окрасок. Жизненная привычка видеть в природе изменение цвета по мере удаления предметов — высветление и снижение насыщенности цветов, заволакивание голубоватой дымкой (воздушная перспектива), а также привычка наблюдать бирюзовую и синюю окраски неба вырабатывают представление об отдаленности холодных красок по сравнению с теплыми и в изображении на плоскости. Ощущение приближения или отдаления цветов может возникнуть только при сравнении их, т. е. при наличии на плоскости изображения цветных пятен и фона, с разной силой воздействующих на зрение.

Таким образом, пластику цвета можно объяснить тремя основными причинами: физической природой света, жизненной привычкой наблюдать природные окраски — условный рефлекс (по учению И. П. Павлова), различием в физиологических раздражениях — безусловный рефлекс (по учению И. М. Сеченова).

В зависимости от характера окраски условный рефлекс по своему действию может усиливать, стабилизировать или ослаблять безусловный рефлекс.

Пластические эффекты в однородных рядах

Пластический эффект в рядах, изменяющихся по светлоте, не имеет большого отличия от эффекта ахроматических рядов. При перекрытии ахроматических ступеней светлым хроматическим цветом цветовой тон существенного влияния на пластику не оказывает. Эффект выступания ступеней создается за счет их осветления.

В рядах теплых цветов, а также теплого зеленого, изменяющихся по насыщенности, эффект выступания ступеней усиливается по мере возрастания насыщенности цвета. В рядах холодных цветов эффект пластики также растет в сторону большей насыщенности, но выражен слабее.

В ряде спектра, цветовые тона которого приведены к одинаковой светлоте и насыщенности, ощущается легкое выступание ступеней от голубого к красному. В шкалах, состоящих из двух тонов, наблюдается эффект выступания более теплого тона. Большой пластический эффект возникает лишь в рядах с логической последовательностью цветов. Цвета разрозненные, хотя и собранные в ряд, ощущения пластики не вызывают.

Таким образом, в однородных цветовых рядах на усиление эффекта выступания цветов влияют: увеличение светлоты, теплоты цветового тона, насыщенности (в холодных тонах влияет слабо, в теплых — сильно).

Пластические эффекты в смешанных рядах

На рис. 126 показана психофизиологическая пластическая кривая спектральных цветов, построенная П. А. Скворцовым. Горизонтальная линия соответствует пластике белого цвета, выше нее кривая характеризует положительную пластику цветов (выступание), ниже — отрицательную (отступание). В табл. 7 указаны цвета в их пластической последовательности при рассматривании на черном (по Г. Хартриджу) и на белом (по П. А. Скворцову) фоне. Данные таблицы вполне согласуются между собой, так как цвета, обладающие одинаковой пласти-

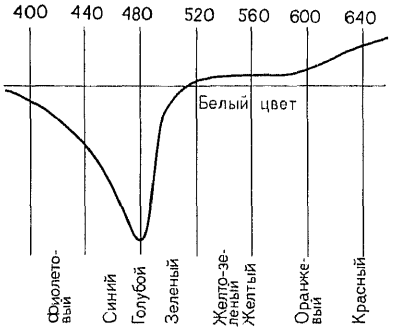


Рис. 126. Психофизиологическая кривая пластики спектральных цветов

Таблица 7

Эффект пластического восприятия	На черном фоне	На белом фоне
Самый близкий	Красный	Сине-зеленый
Близкий	Оранжевый	Индиго
Не очень близкий	Желтый	Синий
Среднее положение	Зеленый	Пурпурный
Не очень далекий	Сине-зеленый	Красный
Далекий	Синий	Желтый
Самый далекий	Фиолето-вый	Желто-зеленый

кой на черном и белом фоне, являются взаимно дополнительными.

В рядах сгущения окраски проявляются два пластических эффекта: возрастание насыщенности цвета усиливает пластический эффект, а снижение светлоты — уменьшает его. При равной насыщенности наиболее густых ступеней положительный пластический эффект тем сильнее, чем теплее тон краски.

При сгущении окраски холодного тона возникает впечатление выступания более густых ступеней ввиду возрастания чистоты цвета. Однако условный рефлекс восприятия холодных тонов удаленными, усиленный потерей светлоты при сгущении окраски, создает эффект их отдаления. Суждение о пластике может быть неопределенным и даже одинаковым с рядами некоторых теплых тональностей, если цветовой ряд холодного тона доходит до чистого насыщенного.

Сгущение окраски цветов, лежащих между теплыми и холодными, не вызывает определенного пластического эффекта. Ряд кажется близким к плоскому или слабо колеблющимся. К этим цветам относятся голубовато-зеленые, пурпурно-фиолетовые (лиловые), а также те теплые цвета, которые содержат

небольшое количество чистого спектрального компонента, вследствие чего называются грязными или темными (например, жженая сиена). Вообще неопределенный эффект пластики создают те ряды сгущения теплых цветов, у которых положительный пластический эффект от прироста насыщенности гасится отрицательным влиянием потери светлоты. Такие цвета можно было бы назвать пластически нейтральными. Например, не удается точно зафиксировать, при какой чистоте коричневого цвета происходит смена отрицательного эффекта на положительный. Этот момент индивидуален для каждого человека. Тем не менее можно считать, что малонасыщенные коричневые цвета (серо-коричневые) вызывают эффект удаления, а коричневые, близкие к оранжевым,— эффект выступания. Цвета, средние по чистоте между ними, не создают вполне определенного эффекта пластики.

Факторы, влияющие на цветовую пластику

Отдельное пятно на фоне воспринимается как объект, загораживающий фон, и кажется поэтому расположенным ближе (условие загораживания или условие «фигуры и фона»). Чем больше разница зрительных раздражений от фона и пятна, тем больше пятно кажется выступающим. Например, чем оно светлее, тем больше «отрывается» от фона.

Пластика зависит и от *количества ступеней шкал* гипсометрической окраски. Если интервал различия цветовой окраски распределить не на два (фон и пятно), а на несколько слоев, то условий загораживания станет больше. Соответственно возрастет и пластический эффект. Представление о загораживании одного слоя другим зависит также от цвета, светлоты и насыщенности их окраски. Так, например, фон насыщенного теплого цвета будет казаться ближе, чем пятно, окрашенное холодным малонасыщенным цветом. Пластический эффект тем сильнее, чем больше ступеней приходится на одну и ту же цветовую разность, т. е. чем плавнее переходы от одной ступени цветового ряда к другой.

Лессировочные свойства красок также влияют на пластику. При сгущении акварельных красок наступает момент, когда краска начинает темнеть и терять пластические свойства. Одни краски, например, киноварь, достигают полноцветности при частичной потере светлоты и при дальнейшем сгущении не темнеют. Их пластика растет до прекращения изменения светлоты. Другие краски, например, краплак, после достижения полноцветности при сгущении начинают сильно темнеть и снижают пластический эффект.

Цветовая пластика значительно усиливается, если ее дополнить *светотеневой*. Особенно это заметно при значительной светлоте верхних ступеней ряда. Однако не всегда отмывка рельефа улучшает пластическую выразительность гипсометри-

ческой окраски, в частности, она плохо сочетается с зелено-коричневыми шкалами.

На цветовую пластику оказывает влияние *однонаправленное или разнонаправленное действие безусловного и условного рефлексов*. Безусловный и условный рефлексы, совпадая по направленности действия, создают выраженный пластический эффект. Суждение о цветовой пластике становится неопределенным, если рефлексы равны по силе воздействия, но противоположны по направлению, т. е. один из них вызывает прямой, а другой — обратный пластический эффект. Если рефлексы разнонаправлены и значительно различаются по силе действия, то пластический эффект будет обусловлен более сильным рефлексом, но ослаблен воздействием противоположного.

§ 92. КЛАССИФИКАЦИЯ ШКАЛ ГИПСОМЕТРИЧЕСКОЙ ОКРАСКИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Гипсометрические шкалы являются цветовыми рядами, а все цветовые ряды в цветоведении делятся на два вида: однородные ряды, изменяющиеся по какой-либо одной характеристике цвета, смешанные ряды, изменяющиеся по двум или трем характеристикам.

Шкалы однородных цветовых рядов подразделяются на изменяющиеся по светлоте, цветовому тону, насыщенности (рис. 127).

Шкалы смешанных рядов с четко выраженным изменением двух или трех цветовых характеристик могут быть построены различными способами. Однако в практике построения шкал гипсометрической окраски установились три принципа, которые положены в основу трех групп шкал: зелено-коричневых, спектральных, живописных.

Однородные цветовые ряды, изменяющиеся по светлоте

Утемняющаяся шкала. Принцип окраски состоит в постепенном утемнении желто-коричневых красок с переходом в коричневые и темно-коричневые без прироста насыщенности. Достоинства шкалы: простота принципа ее построения — «чем выше, тем темнее»; светлота нижних ступеней и возможность получения 8—10 различимых ступеней. Недостатки шкалы: отсутствие положительного пластического эффекта, колористическая бедность, невозможность выделить основные высотные зоны, плохая читаемость штриховой нагрузки и подписей на фоне темных верхних ступеней, несовместимость с теневым методом.

Разработкой утемняющейся шкалы было положено начало оформлению рельефа на картах гипсометрической окраской как научно обоснованным способом. Впервые этот способ в рукописном исполнении был применен в Австрии Ф. Гауслябе в 1829 г. и изредка использовался в России.

Рис. 127. Схема классификации гипсометрических шкал (по П. А. Скворцову)

Осветляющаяся шкала. Ее построение основано на осветлении кверху коричневых или охристых окрасок с примерно равной насыщенностью. Шкала обладает хорошей пластикой и совмещается с отмывкой. Недостатки шкалы: сильное затемнение равнин; трудно получить четкие различия ступеней в верхней части шкалы.

Принцип осветления широко использовался в русской картографии прошлого столетия. Типичная осветляющаяся коричневая шкала впервые была применена Ю. Симашко в 1867 г. на стенных картах.

Изменение цветов начиналось почти от черного и шло через коричневые до цвета светлой охры. Московский географ Линберг на стенных картах и в атласах использовал значительно более светлую шкалу, изменяющуюся от коричнево-охристых ступеней до светлых охристо-оранжевых.

Осветляющуюся шкалу можно считать достаточно типичной для русских карт конца XIX — начала XX вв. К этому способу оформления приближается сплошная отмывка рельефа, если ее отпечатать серым цветом с добавлением общей светлой подкладки другого тона. Такой прием успешно был использован для оформления целого ряда карт.

Шкалы, изменяющиеся по цветовому тону

Принцип построения таких шкал заключается в переходе от холодных цветов к более теплым при равной насыщенности и светлоте. Шкала была использована в конце прошлого столетия венским издательством Фрейтага. Она имела переходы цветов от мутного голубовато-зеленого через охристо-желтые к малонасыщенным оранжевым и розовым. Положительными качествами шкалы являются ее светлота, пластичность, хорошая совместимость со светотеневым оформлением рельефа. Недостаток — слабая читаемость ступеней и длинной шкале.

В упрощенном виде шкала может быть построена с использованием всего двух красок — зеленой и оранжево-желтой. Они должны сходить на нет навстречу друг другу и взаимно перекрываться, за исключением первой и последней ступеней. Такой способ применим, когда не требуется высокой различимости ступеней длинной шкалы, а нужна красивая подкладка для теневого оформления, позволяющая выделить в рельефе низкие, возвышенные и горные зоны.

Шкалы, изменяющиеся по насыщенности

Принцип построения шкалы такой же, как для двухцветной зелено-оранжевой. Отличие состоит в том, что зеленый цвет заменяется серым, который осветляется кверху и перекрывается возрастающим в своей густоте оранжевым, так что светлота ряда всюду выравнивается. Возрастающая насыщенность оранжевого цвета и без отмывки теней создает эффект солнеч-

ной освещенности и ощутимой пластичности. Дополнение к этой окраске двухцветной отмывки рельефа еще более усиливает красоту и пластичность изображения. Однако серый цвет нельзя доводить до слишком темного, и поэтому шкала ограничивается небольшим количеством ступеней. Как и осветляющаяся, шкала возрастающей насыщенности позволяет распространить чистые ступени оранжевого цвета на всю горную часть. Поэтому она более подходит для оформления карт, когда не требуется четкого чтения ступеней.

§ 93. ЗЕЛЕНО-КОРИЧНЕВЫЕ ШКАЛЫ

Зелено-коричневые шкалы относятся к группе смешанных цветовых рядов. Они строятся по принципу убывания густоты зеленых окрасок и возрастания густоты коричневых (или оранжево-коричневых), т. е. являются рядами расходящегося сгущения зеленых и коричневых цветов. Идея применить на картах для низменностей зеленый цвет, свойственный растительному покрову, принадлежит прусскому топографу Эмилю фон Сидову (1837 г.).

Оформление низменностей (0—200 м)

Как правило, высотные ступени через 100—200 м, использующиеся при изображении низменностей, имеют на картах наибольшую площадь и ширину по сравнению с высотными ступенями областей возвышенностей и гор. При цветовом оформлении рельефа необходимо стремиться обеспечить правильную окраску прежде всего площадей, занимающих бóльшую часть карты.

Отдельные зеленые и оливково-зеленые краски имеют «мягкие», спокойные тона. Использование их в зелено-коричневых шкалах обеспечивает гармоничность цветовых сочетаний и постепенность перехода низменностей в возвышенности. Для настенных карт лучше применять достаточно густые, но спокойные краски (коричневато-зеленые, серовато-зеленые, темно-зеленые и т. п.). На картах для настольного использования уместны чистые оттенки зеленого цвета, которые должны быть легкими, как бы рассматриваемыми сквозь воздушную дымку (Атлас мира, М., 1967).

Оформление возвышенностей (200—500 м)

Для гипсометрической окраски возвышенностей на картах применяются разнообразные оттенки теплых цветов: лимонно-желтые, бледно-оранжевые, оранжево-розовые и охристые. Лимонно-желтые тона, вследствие их большой светлоты, берутся приглушенными. Бледно-оранжевые краски обладают меньшей светлотой, чем лимонно-желтые, и для данной высотной зоны вполне подходят. Совместно с теплыми светло-зелеными ступенями они создают красивое сочетание.

Оформление возвышенностей в оттенках охристо-зеленых тонов с переходом их в охристые в горной части выглядит живописно благодаря мягким переходам тонов в их естественной последовательности. Зелено-охристые тона пластически мягче, чем более броские светлые оттенки оранжевого или розово-оранжевого цветов. Применение зелено-охристой гаммы требует обязательного понижения спектральной чистоты зеленого цвета низменностей, с тем чтобы они воспринимались расположенными ниже охристых возвышенностей. Смена тонов от низменностей к возвышенностям должна происходить плавно, соответственно профилю рельефа.

Оформление гор (500 м и выше)

Для цветового оформления гор в зелено-коричневых шкалах используются оранжевые и коричневые цвета. Коричневый цвет в данном случае рассматривается как подключение темного серого к одному из желтых или к оранжевым цветам. Чем больше доля серого, тем коричневый цвет темнее и слабее его пластические свойства. В зависимости от доли желтого, оранжевого или красно-оранжевого коричневые краски имеют различные оттенки — от холодного до теплого коричневого. С учетом этого зелено-коричневые шкалы подразделяются на три подгруппы по изменению насыщенности коричневого цвета: насыщенность растет и в конце шкалы падает, насыщенность растет и в конце шкалы не изменяется, насыщенность растет до конца шкалы.

§ 94. СПЕКТРАЛЬНЫЕ ШКАЛЫ

Эти шкалы строятся по принципу расхождения из середины шкалы сгущения окраски зеленого цвета и чистых теплых цветов спектра. В нижней части шкалы вместо зеленого цвета могут использоваться серо-зеленые или серые.

Возникновение шкал относится к рубежу XIX и XX столетий. Венский картограф К. Пейкер предложил шкалы, основанные на соединении двух рядов — ахроматического и ряда теплых цветов спектра. В ахроматическом ряде возрастает светлота, а в спектральном — насыщенность, обеспечивая сильный пластический эффект. Шкалы широко не применялись из-за излишне темных нижних ступеней. Идея же пластического построения посредством сгущения чистых окрасок одного или нескольких теплых цветов спектра была одобрена.

Подгруппа шкал высветления серых цветов и усиления окраски одним из теплых цветов.

Эти шкалы строятся на сочетании двух принципов: в нижней части — «чем выше, тем светлее», в верхней — «чем выше, тем ближе к полноцветному». Шкала, которую К. Пейкер назвал адаптивно-перспективной, содержит равное количество ступе-

ней ахроматического и хроматического цветов. Нижняя серая ступень имеет светлоту, одинаковую с самой верхней ступенью хроматического цвета и не является очень светлой, вследствие чего наибольшая площадь карты имеет серую окраску. Удовлетворительная читаемость ступеней высотной зоны обеспечивается лишь в случае небольшого числа ступеней шкалы (5—6). Серому цвету допустимо придавать легкую зеленоватость, а при отсутствии теневого дополнения возможно некоторое уклонение спектральных цветов в сторону коричневатости.

Подгруппа шкал высветления серых цветов и усиления окраски теплыми цветами спектрального ряда

Шкала К. Пейкера, построенная по такому принципу, названа спектрально-адаптивной.

Окраска шкалы строится следующим образом. Первые пять ступеней серого цвета осветляются вверх. На четвертой и пятой ступенях серый цвет приобретает зеленый оттенок (очень легкий — на четвертой ступени и усиленный — на пятой), что обеспечивает мягкий переход в хроматическую часть шкалы.

Последующие три ступени имеют окраску: шестая — зеленовато-желтую, седьмая — лимонно-желтую, восьмая — светло-желтую с уклоном в розовую. По светлоте эти ступени остаются почти одинаковыми с пятой.

На верхних ступенях (от 9-й до 15-й) происходит утепление цвета от густого желтого до киноварно-красного и, главным образом, увеличение насыщенности.

Такое распределение цветовых характеристик обеспечивает сильный пластический эффект и удовлетворительную различимость слоев в многоступенной шкале.

Недостатками шкалы являются: излишняя темнота нижних ступеней, сильное контрастирование серого и желтого цветов, условность окраски.

Из-за указанных недостатков шкала не применялась, несмотря на ее хорошие пластические качества.

Подгруппа шкал высветления серо-зеленых цветов и сгущения желтых, желто- или оранжево-коричневых и красных цветов

Типичной шкалой этой подгруппы является шкала немецкого картографа Кремлинга. Им были учтены возражения картографов и географов против серого цвета и необоснованно сильное пластическое действие желтого и оранжевого цветов в середине шкалы К. Пейкера. Кремлинг предложил внести в его шкалу изменения: чисто серые ступени заменить серовато-зелеными, в светло-желтые ввести светлый серый, а в чистые оранжевые ступени — легкие коричневатые тона. Шкала Кремлинга оканчивается примерно так же, как у К. Пейкера, но вместо кино-

варно-красных цветов использованы густые красные более холодного оттенка (карминные). В пластическом отношении шкала занимает среднее положение в общем ряду шкал.

Подгруппа шкал высветления зеленых цветов и сгущения теплых цветов спектра (стандартная спектральная шкала)

Шкала, в сущности, представляет собой модификацию зелено-коричневой шкалы. Начало применению этой шкалы положил польский географ Ромер в 1920—30-х гг. В СССР ее стали применять в конце 40-х годов. Несмотря на условность расцветки, эта шкала используется почти на всех физических учебных картах, издаваемых отдельно или входящих в атласы. Исключительно широкое применение шкалы, построенной по указанному принципу, послужило основанием назвать ее стандартной спектральной шкалой.

Шкала ооладает хорошей пластикой, но, ограничиваясь в высотной зоне оранжевыми ступенями, не создает четкой различимости ступеней высокогорной части даже при использовании красного цвета. Достижение правильного пластического эффекта, соответствующего профилю рельефа, остается затруднительным. В отдельных случаях его можно усилить отмывкой рельефа, но лишь при достаточной светлоте верхних ступеней. Целесообразно применять двухцветную отмывку: общие тени (подкладку) выполнить холодным цветом, а верхние (удары) — теплым. Показ лесов перспективным рисунком на спектральной окраске с отмывкой дает хорошие результаты.

§ 95. ЖИВОПИСНЫЕ И ПРОЧИЕ ШКАЛЫ

Живописные шкалы в отличие от условной расцветки спектральных шкал сближены по цветовой гамме с природным колоритом при условии вечернего освещения. Это приводит к обратной последовательности цветов в высотной зоне по сравнению со спектральными шкалами: коричневато-розовые и коричневато-пурпурные тона в средней части гор переходят к оранжево-желтым на вершинах. Такая тональность отличает живописные шкалы от зелено-коричневых, отвечающих условиям дневного освещения. Кроме того, в живописных шкалах зеленые тона охватывают больше высотных ступеней, чем в зелено-коричневых, что характерно для природного ландшафта. Порядок изменения светлоты в живописных шкалах может быть разнообразным и не является отличительным признаком группы. Как правило, он не совпадает с изменением светлоты в зелено-коричневых и спектральных шкалах.

Цветовое оформление рельефа на первых многоцветных русских и зарубежных печатных картах можно отнести к живописному. Однако эти отдельные издания не составляли специфической школы цветового оформления рельефа. В русской картографии первыми двумя изданиями Атласа Ю. Симашко

(1858, 1862 гг.) было положено начало применению многоцветных шкал с осветлением кверху. Через 70 лет был издан карманный атлас СССР с картами в зелено-коричневой шкале с дополнением ее пурпурными ступенями, осветляющимися кверху. До 1940 г. учебные стенные и настольные карты с изображением рельефа печатались в многоцветных осветляющихся шкалах. В 60-х годах в СССР был издан ряд региональных атласов, в которых применены живописные шкалы (Атлас Сахалинской области, Душанбе—Москва, 1967 г., Атлас Таджикской СССР, М., 1968 г. и др.).

За рубежом в подобном оформлении издавались английские и швейцарские карты. Так, на английских физических и гипсометрических картах использовалась зелено-коричневая шкала с осветляющимися кверху фиолетово-пурпурными ступенями. Для швейцарских карт характерным было живописное оформление в голубовато-зеленой и желтой гамме.

В СССР начало разработки живописных шкал было положено доцентом МИИГАиК В. Н. Адриановым и продолжено его учениками А. В. Лебедевым, Л. Н. Лежневым, П. К. Колдаевым, А. И. Носковым, С. Г. Тихомировым, а также художником-картографом А. А. Ульяновым. Ими широко использовался вариант осветления шкалы кверху. Остальные варианты стали дополнительно применяться художником-картографом П. А. Скворцовым, начиная с 1935 г.

В основу окраски живописных гипсометрических шкал положены природные цветовые явления. Закономерность цветовых изменений в горном ландшафте обусловлена разнообразными причинами. Видимый цвет поверхности отдельных участков склонов гор зависит как от свойств фактуры самой поверхности, отражающей световые лучи, так и от состояния атмосферы, угла наклона поверхности к падающему свету, от степени освещенности, расстояния, на котором находится наблюдатель и др.

Объединяющим признаком для всей группы шкал служат цветовые тональности зон высокогорного склона в момент захода солнца. Причиной тоновых изменений освещения в это время является удлинение пути прохождения солнечных лучей через атмосферу при высоте солнца над горизонтом примерно под углом в 15°. В этот момент путь луча в атмосфере в несколько раз длиннее ее толщи, измеренной по нормали к поверхности Земли.

При малой высоте солнца очень высокая гора в один и тот же момент может быть освещена по-разному: вершины — желтыми лучами, несколько ниже — оранжевыми, еще ниже — красноватыми. Оранжевый, а затем красноватый оттенок освещения создается ближе к моменту захода солнца. В освещении более пологих склонов принимает участие и голубой рассеянный свет верхней части небосвода, который в смеси с красноватым освещением создает пурпурные или фиолетово-пурпур-

ные краски. Для нижних ступеней шкал принята характерная для обширного пространства суши зелено-оливковая тональность.

В табл. 8 приведены примеры последовательности тоновых изменений в живописных шкалах. Намеренно допуская даже небольшие отклонения от указанных в табл. 8 окрасок ступеней, можно получить большое разнообразие шкал. Допустимо также изменение числа высотных ступеней при условии соблюдения последовательности их расцветки. Еще лучше, если учесть цветовые особенности горного района, увиденные непосредственно на местности.

Таблица 8

Варианты тоновых изменений в живописных шкалах

Желтый	Желто-оранжевый	Оранжевый
Оранжевый	Красновато-оранжевый	Оранжево-розовый
Оранжево-розовый	Коричневато-розовый	Розовато-фиолетовый
Пурпурно-фиолетовый (сиреневый)	Коричневатый с пурпурно-фиолетовым оттенком	Коричневатый, средний между двумя смежными цветами
Коричневатый	Коричневатый с золотистым оттенком	Золотисто-оливковый
Коричневато-оливковый	Золотисто-оливковый	Оливковый
Оливковый	Оливковый	Охристо-оливковый
Зелено-оливковый	Оливково-зеленый	Охристый
зеленый	Зеленый	Зелено-охристый
		Зеленый

Порядок изменения светлоты ступеней в шкале может быть самым разнообразным. Можно построить шкалу по принципу воздушной перспективы, рассматривая горы сверху, или, наоборот, по принципу осветления вверх, наблюдая их как бы с равнины. Можно также учитывать естественную светлоту зон. Например, пахотную зону возвышенностей сделать самой светлой, а последующую зону лесов постепенно утемнять, зону же лугов слегка осветлить, оставляя ряд следующих ступеней неизменяющимися по светлоте, и т. д.

Одно из условий живописных шкал заключается в том, что ближе к вершинам гор используются цвета наиболее чистых в спектральном отношении окрасок. Они могут быть и густыми, сильными, и относительно бледными, слабыми.

По изменению светлоты и насыщенности живописные шкалы подразделяются на шесть подгрупп, характеристика которых приводится ниже.

Шкалы «воздушной перспективы»

Эти шкалы строятся по принципу усиления окраски кверху и применения для низменностей прозрачных белесоватых зеленых ступеней более холодного тона, чем оливковые ступени сред-

ней зоны. Смена цветов при уменьшении их светлоты вверх может быть дана, например, в такой последовательности (табл. 9).

Таблица 9

Шкалы «воздушной перспективы»	Шкалы с постоянной светлотой и возрастающей кверху насыщенностью	Шкалы с увеличивающейся кверху светлотой и изменяющейся насыщенностью
Коричнево-оранжевый, или оранжевый	Оранжевый	Оранжевый
Коричнево-красный или розовый	Коричнево-оранжевый	Розово-оранжевый
Коричневый с оттенком вишневого цвета	Коричневый с розово-вишневым оттенком	Розово-коричневый
Коричневый или сиена жженая	Коричневый теплый	Коричневый с розово-вишневым оттенком
Охристо-коричневый	Зелено-коричневый	Коричневый, близкий к сепии
Зелено-охристый	Зелено-охристый	Коричнево-зеленый (оливковый теплый)
Оливково-зеленый	Серо-зеленый	Серо-зеленый теплый
Зеленый	Зелено-серый	Серо-зеленый
Светло-зеленый	Зеленовато-серый	Серо-зеленый холодный
Зелено-голубой		

Поскольку нижняя ступень в этой шкале дается светлой, целесообразно водные пространства окрашивать более густой голубой краской, чтобы лучше выделить границу суши и воды. Шкала может применяться как с отмывкой, так и без нее. Пластика в обоих случаях достигается весьма эффектная, особенно с отмывкой. Но передача расчлененности высокогорного рельефа при отмывке получается слабее, чем во всех остальных вариантах живописных шкал.

Шкалы с постоянной светлотой и возрастающей кверху насыщенностью

Пример окраски этих шкал указан в табл. 9. Окраска такой шкалы лучше выглядит в светлой гамме, чем в утемненной, а потому шкала более пригодна для настольных карт. Светлая, прозрачная окраска создает иллюзию воздушности, пространственности форм рельефа, которая усиливается отмывкой рельефа легкими голубовато-фиолетовыми тенями с сочными теплыми «ударами» наверху. Возрастание чистоты окраски обеспечивает иллюзию солнечной освещенности.

Шкалы с увеличивающейся кверху светлотой и изменяющейся насыщенностью

В этой подгруппе шкал могут быть три варианта: насыщенность кверху убывает, насыщенность постоянна, насыщенность кверху возрастает.

Пример расцветки ступеней в этих шкалах помещен в последнем столбце табл. 9. Вариант, когда насыщенность кверху возрастает, очень эффектен. Но следует учесть, что рост насыщенности связан с потерей светлоты. Чтобы шкала по условию была осветляющейся, требуется утемнение нижних ступеней, что также нежелательно.

Для правильного построения осветляющихся шкал необходимо в нижней части их добиваться различия ступеней главным образом за счет легкого утепления цвета или увеличения чистоты окраски при очень незначительном осветлении. В верхней же части шкалы разницу в светлоте ступеней делают наибольшей. Несоблюдение этого условия неизбежно приводит к ложному представлению о пластике рельефа из-за слабой различимости ступеней в высокогорной части. В этом отношении примечательным является швейцарский Атлас Э. Имгофа для средней школы. Гипсометрическая окраска в нем дана следующими цветами (сверху вниз): от белого до зелено-голубого через светло-желтый, бледно-оранжевый, коричневый светлый, оливковый. Окраска сопровождается выразительной отмывкой рельефа серого цвета. Оформление производит весьма приятное впечатление.

Э. Имгоф назвал свою окраску шкалой воздушной перспективы, имея в виду тональности очень далеких гор, рассматриваемых снизу. Такое название не следует отождествлять с первым способом живописных шкал, оформляемых по принципу воздушной перспективы, при котором предполагается обычный для карт вид сверху. Поэтому и насыщенность в этом способе увеличивается снизу вверх, а не убывает, как у Э. Имгофа.

Шкалы с осветлением окраски к обоим концам

Данный вид шкал строится на соединении принципа воздушной перспективы с принципом осветления кверху, что и приводит к осветлению шкалы в оба конца. Такое соединение позволяет взять лучшие качества от обоих способов: от первого — очень хорошую цветовую пластику, от второго — выразительную передачу форм высокогорного рельефа в сочетании с отмывкой. В связи с наличием светлотного изменения в оба конца способ позволяет достигать хорошей различимости ступеней, тем более что в центральной зоне послойной окраски ряд ступеней может иметь светлоту почти одинаковую. Значительные светлотные контрасты можно сосредоточить на самых узких верхних ступенях.

В СССР этот способ был разработан П. А. Скворцовым для Большого советского атласа мира (1937 г.). Способ был использован также при оформлении большой мозаичной карты СССР из природных камней-самоцветов, находящейся в ленинградском Эрмитаже.

Шкалы с двойным переломом по светлоте

Сущность построения этих шкал заключается в том, что для низменностей берутся свойственные им зеленые тональности с осветлением вверх (первый перелом), а для возвышенностей и низкогорий — их природные окраски зелено-оливкового колорита со сгущением кверху. Верхняя часть шкалы дается с нарастающим осветлением (второй перелом). При этом насыщенность может убывать, возрастать или оставаться постоянной. Наличие двойного светлотного перелома позволяет повысить различимость ступеней шкалы, а светлый верх обеспечивает высокий пластический эффект, особенно в сочетании с отмывкой. Использование характерных тональностей вечернего освещения высотных поясов горного ландшафта и дополнение гипсометрической окраски художественным рисунком лесного покрова приближают данный способ оформления к ландшафтному.

Изображение рельефа с двойным светлотным переломом впервые было использовано на картах первого карманного Атласа СССР (1934 г.), вышедшего под редакцией В. А. Каменецкого, А. А. Борзова, К. Г. Ермонского. В советской картографии это была первая попытка поисков нового оформления. Для картографии Швейцарии и Великобритании шкалы с двойным изменением по светлоте были довольно характерны.

Шкалы с обычным светлотным переломом (светлота возрастает к середине шкалы)

Данная подгруппа может быть построена с использованием принципов двух ранее разобранных шкал: окраска низменностей и возвышенностей выполняется, как в зелено-коричневых шкалах, а высокогорный пояс — как в шкалах, построенных по принципу воздушной перспективы. Такое оформление по сравнению с зелено-коричневой шкалой обогащает тоновую палитру: карта становится живописнее, ступени значительно лучше различаются. Повышаются и пластические качества изображения при совмещении с отмывкой рельефа за счет более светлых и теплых верхних ступеней.

Цветовое оформление рельефа на картах зависит от назначения и способа их использования.

Справочные карты обычно оформляют в многоступенной шкале. Несмотря на подробность шкалы, окраска ступеней должна обеспечивать хорошую различимость их даже в узких слоях, конечно, при соблюдении требования соответствия броскости ступеней их высотному положению. Как правило, на этих картах цветовое оформление рельефа выполняется гипсометрической окраской без теневой отмывки. Для справочных карт настольного использования подходят спокойные, чуть приглушенные или светлые малонасыщенные цвета.

Для настенных школьных карт первостепенное значение имеет наглядность изображения, ясное визуальное восприятие объемности форм рельефа, хорошая читаемость высотных поясов. На этих картах нет необходимости применять многоступенные подробные шкалы. Короткая высотная шкала облегчает различимость верхних ступеней даже при относительно светлой окраске их. На школьных картах целесообразно применение ярких, насыщенных цветов, так как карты должны хорошо читаться с расстояния 8—12 метров.

Глава 21

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДАТЕЛЬСКИХ ОРИГИНАЛОВ КАРТ

§ 96. ОБЩАЯ СХЕМА РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ КАРТЫ. ВИДЫ ИЗДАТЕЛЬСКИХ ОРИГИНАЛОВ КАРТ

Процесс создания карты в современном картографическом производстве состоит из 4-х основных этапов: редакционно-подготовительных работ, составления карты, подготовки карты к изданию и издания карты.

В редакционно-подготовительные работы входят: сбор и анализ картографических и других материалов, разработка программы или редакционных указаний карты. В соответствии с разработанными редакционными документами производится составительская работа, результатом которой является составительский оригинал карты. Последний обычно представляет собой рукописный экземпляр, качество графического исполнения которого бывает невысокое, вследствие чего он не может быть использован для целей издания.

Поэтому после завершения составительского оригинала идет этап подготовки карты к изданию, включающий в себя изготовление издательских оригиналов, которые выполняются по абрисной копии с составительского оригинала с высоким графическим качеством, в установленных условных знаках. Подготовка карт к изданию включает также выполнение вспомогательных работ, необходимых для получения печатных форм и контроля издательских процессов: макета расчленительной ретуши, макета фоновой окраски, красочного оригинала, выписки названий и условных знаков в фотонабор.

На последнем этапе создания карты (издании) выполняется работа по изготовлению печатных форм и печатанию карты.

Подготовка карты к изданию является промежуточным этапом между составлением карты и ее изданием. Все этапы тесно связаны, поскольку изготовление издательских оригиналов подчинено редакционным требованиям и условиям полиграфической техники и технологии. Особенно эта связь прояв-

ляется при объединении процесса составления с гравированием или вычерчиванием для издания.

Содержание карт передается с помощью трех возможных способов передачи изображения на бумаге: штриха, полутона и фона. Для каждого из этих способов изготавливаются отдельные издательские оригиналы: штриховых, полутоновых и фоновых элементов.

Штриховые издательские оригиналы выполняют вычерчиванием на бумаге, на недеформирующемся прозрачном пластике, гравированием по гравировальному слою, а также копированием на светочувствительные бумаги (фотокопия или аргентотипная копия) или на полиэфирные пленки с различными светочувствительными слоями, наклеиванием фотонаборных изображений или переводом сухих переводных изображений.

Полутоновые издательские оригиналы выполняют отмывкой или тушевкой на бумаге или матированной стороне прозрачного пластика. В качестве полутоновых оригиналов могут быть использованы также цветные и черно-белые фотографии и диапозитивы.

Цветные фоновые издательские оригиналы — оригиналы с ровной фоновой окраской — могут выполняться на чертежной или отфиксированной матовой фотобумаге специальными красителями, ровно покрывающими бумагу.

В зависимости от степени нагрузки и от числа красок в печати количество штриховых оригиналов может быть разным. Указание, каким способом и на скольких оригиналах будет готовиться карта к печати, дает редактор в редакционных указаниях. Это может быть один из трех вариантов: совмещенный оригинал, когда все штриховые элементы выполняются на одном оригинале, расчлененные оригиналы, когда для каждой штриховой печатной краски выполняется отдельный оригинал; частично расчлененные оригиналы, когда штриховые элементы выполняются на нескольких оригиналах (число оригиналов меньше, чем количество штриховых печатных красок, так как на некоторых оригиналах будут совмещены элементы разных красок).

Совмещенный вариант обеспечивает наилучшее совмещение красок при печати карты, но он более трудоемок из-за необходимости выполнения расчленительной ретуши и изготовления макета расчленительной ретуши. Изготовление расчлененных оригиналов ускоряет процесс создания карты за счет исключения расчленительной ретуши, но при этом может быть менее точным совмещение красок. Возможны также пропуски или вычерчивание одного элемента на двух оригиналах. Способу частичного расчленения издательских оригиналов, как комбинации из совмещенного и расчлененного способов, присущи их достоинства и недостатки.

Исключить работы по ретуши и в то же время получить хорошее совмещение красок в печати позволяет фотографиче-

ский способ цветоделения. При этом способе на совмещенном издательском оригинале элементы содержания вычерчиваются не одним черным цветом, а в нескольких цветах. Расчленение по цветам для печати производится путем фотографирования оригинала с применением светофильтров. При правильном подборе светофильтров и акварельных красок по их спектральному составу цветоделение получается удовлетворительным.

Для карт с большой нагрузкой штриховые издательские оригиналы вычерчиваются с увеличением в 1,25—1,4 раза крупнее масштаба составления. Это облегчает чертежные ра-

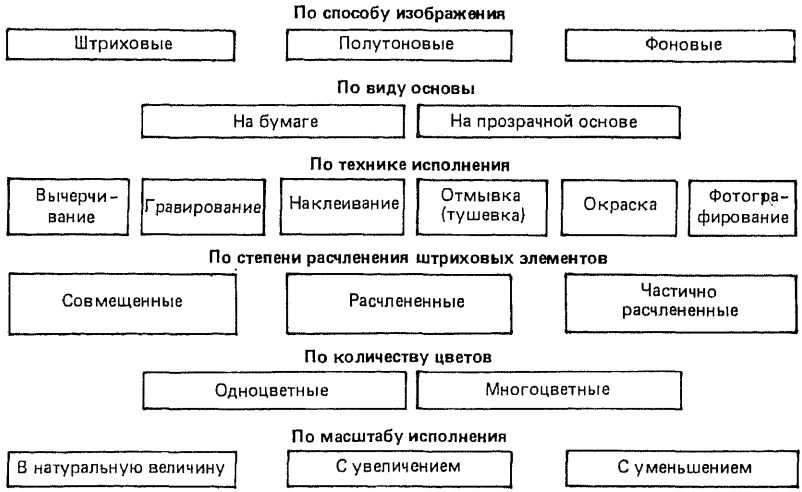


Рис. 128. Классификация издательских оригиналов карт

боты и снижает дефекты черчения благодаря последующему фотографированию оригинала с уменьшением до размеров составления. Следует отметить, что чем больше коэффициент увеличения, тем больше объем чертежных работ. В ЦНИИГАиК разработан метод единых промежуточных издательских оригиналов карт, которые могут быть использованы при создании настольных и настенных карт. Путем фотоувеличения этих промежуточных оригиналов получают негативы для подготовки к изданию настенных карт и путем фотоуменьшения — негативы для настольных карт.

Классификация издательских оригиналов карт представлена на рис. 128.

§ 97. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДАТЕЛЬСКИМ ОРИГИНАЛАМ КАРТ

К различным видам издательских оригиналов предъявляется ряд общих требований.

Бумага, на которой выполняется оригинал, должна быть

высокого качества, чисто белой или слегка голубоватой с коэффициентом отражения не менее 85 %, без повреждений, пятен, соринок, с матовой гладкой поверхностью. Во избежание деформации бумага плотно наклеивается на недеформирующуюся основу — тонкий листовой алюминий с ровной поверхностью.

Голубое абрисное изображение, полученное с составительского оригинала, должно иметь четкий штриховой рисунок светло-голубого цвета с оптической плотностью 0,4—0,5 ед. На слишком бледной голубой копии исполнителю во время работы плохо виден рисунок, а слишком темный цвет будет воспроизводиться на негативе при фотографировании оригинала. Кроме того, на темном фоне трудно определить качество вычерченного рисунка. Не пригодны для работы абрисные изображения с серым, голубым или другим фоном (вуалью). При нанесении абрисного рисунка на гравировальный слой его цвет может быть красным, коричневым или иным, контрастным к цвету гравировального слоя.

У издательских оригиналов должны быть допустимые отклонения размеров внутренней рамки от заданных в редакционном плане размеров. Перед началом работы на абрисной голубой копии черной тушью вычерчивают (а при гравировании — гравируют) углы внутренней рамки линией толщиной 0,1 мм. На полях оригинала или его обратной стороне помечают теоретические (заданные) и фактические размеры. Отклонения фактических размеров от теоретических допускаются ±0,2 мм для сторон и ±0,3 мм для диагоналей атласных и справочных карт, ±0,3 мм для сторон и ±0,4 мм для диагоналей учебных настенных и других карт с укрупненными размерами условных обозначений. Кроме того, внутренние рамки всех издательских оригиналов одной карты, а также сводные стороны оригиналов многолистных карт могут иметь отклонения размеров лишь в указанных пределах. Иначе возможно несовмещение рисунка при печати.

Все виды издательских оригиналов, кроме гравированных, должны выполняться тушью или акварельными красками, цвет и оптическая плотность которых обеспечивают хорошие фотомеханическое и электронное воспроизведения. Все издательские оригиналы выполняются максимально высокого качества, для чего необходимы мастерство исполнителя и хорошее качество инструментов и материалов. Штриховые элементы на издательских оригиналах не должны быть тоньше 0,1 мм (иначе при воспроизведении они получатся рваными), а для карт, которые будут печататься сокращенным количеством красок, с использованием одной краски для штриха и фона,— не менее 0,15 мм. Расстояние между двумя линиями не должно быть менее 0,3 мм, иначе может произойти их слияние при воспроизведении. Абрисные линии, ненужные на карте, но необходимые для издательских процессов, должны вычерчиваться цве-

том, отличающимся от цвета основных элементов оригинала. Например, при вычерчивании оригинала черным цветом они вычерчиваются коричневым.

Обеспечение точного соответствия размещения элементов содержания штрихового издательского оригинала составительскому должно осуществляться посредством точного обведения рисунка абрисной копии. Частичные отхождения возможны не более чем на 0,1 мм.

Размер и рисунок штриховых элементов должны соответствовать размеру и рисунку, специально разработанным для данной карты, или уже изданным стандартным условным знакам.

Выполненный оригинал подписывается исполнителем. Качество и правильность его исполнения проверяются корректором и просматриваются редактором. После исправления всех замечаний оригинал подписывается корректором и редактором. Редактор дает разрешение на получение с него штриховой пробы. Оригинал, выполненный на бумаге, покрывается целлофаном и плотной бумагой для предохранения его от загрязнения, повреждений, сырости и выгорания. Оригиналы, выполненные на пластике, покрываются чистым листом бумаги и складываются в бумажный пакет.

§ 98. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДАТЕЛЬСКИХ ОРИГИНАЛОВ КАРТ СПОСОБОМ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ НА БУМАГЕ И ПРОЗРАЧНЫХ ПЛАСТИКАХ

Для изготовления штриховых издательских оригиналов на картографическом производстве применяют три способа: вычерчивание на бумаге, вычерчивание на прозрачных пластиках и гравирование на пластиках.

Вычерчивание элементов содержания на штриховых издательских оригиналах проводится в том же порядке, что и на составительском оригинале.

При изготовлении издательских оригиналов на бумаге большое внимание уделяется качеству штриха. Линии должны быть ровными, без заусенцев, без серых и разорванных мест. Вычерчивание производится черной тушью, не размывающейся водой после высыхания. Цвет туши должен быть интенсивного черного цвета без блеска и синеватого оттенка. Вычерчивание производится обычными чертежными инструментами (с минимальным использованием чертежного пера).

Схема подготовки карты к изданию способом вычерчивания на бумаге представлена на рис. 129.

Вычерчивание издательских оригиналов выполняют на прозрачных основах с механически матированной поверхностью или по специально нанесенному прозрачному лаковому слою. На пластик копируют бледно-голубое абрисное изображение с составительского оригинала. Можно вычерчивать и без голу-

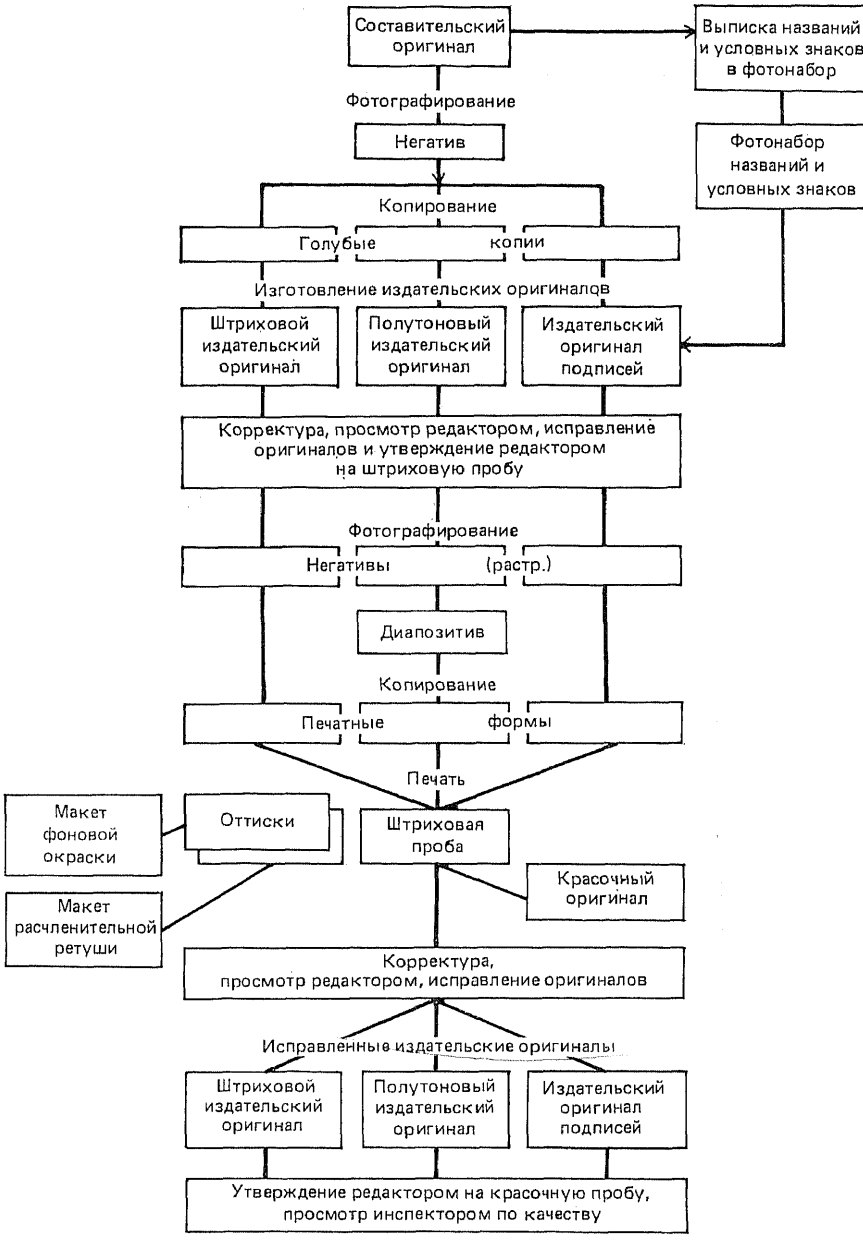


Рис. 129. Схема подготовки карты к изданию способом вычерчивания издательских оригиналов на бумаге

бой абрисной копии, положив пластик на составительский оригинал. Но в этом случае исполнителю трудно определить оптическую плотность туши.

Требования к оригиналам, вычерченным на пластиках, аналогичны требованиям к оригиналам, вычерченным на бумаге. Но есть и дополнительные требования, связанные с тем, что в результате вычерчивания на пластике получается диапо-

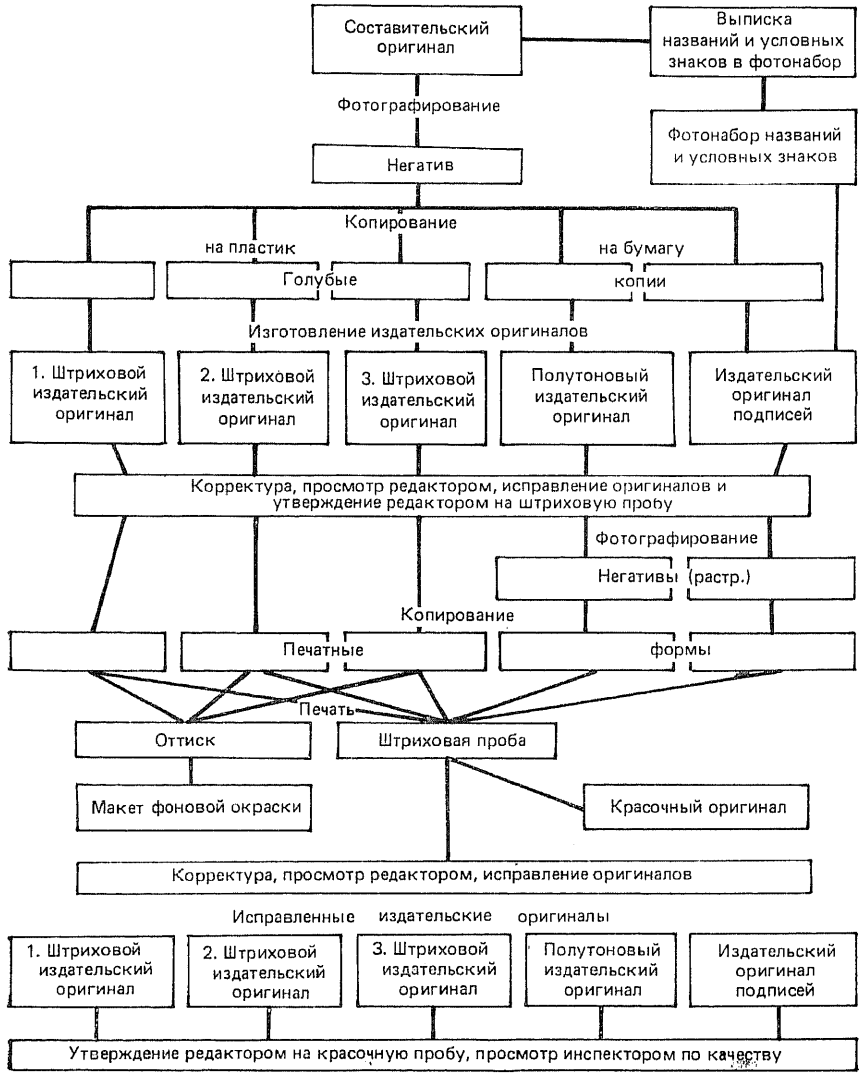


Рис. 130. Схема подготовки карты к изданию способом вычерчивания издательских оригиналов на прозрачных пластиках

зитив с прямым картографическим изображением, поэтому тушь должна быть оптически плотной ($D=1{,}8$ ед.), а пластик достаточно прозрачным ($D=0{,}2$ ед.) без пятен, изломов и других механических повреждений.

Схема подготовки карты к изданию способом вычерчивания издательских оригиналов на прозрачных пластиках представлена на рис. 130.

Способ вычерчивания издательских оригиналов на прозрачных пластиках позволяет применить рациональную технологию создания карты, если производить чистовое вычерчивание с одновременным составлением непосредственно с авторского оригинала или с основного картографического материала.

§ 99. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОРИГИНАЛОВ КАРТ МЕТОДОМ ГРАВИРОВАНИЯ

При подготовке к изданию методом гравирования применяют различные схемы технологических процессов в зависимости от масштаба карты, сложности ее штрихового рисунка, условий производства и т. д.

Технология подготовки к изданию оригиналов топографических карт

Типовыми технологиями для топографических карт являются: подготовка карт к изданию методом гравирования на двух оригиналах, подготовка карт к изданию методом раздельного гравирования (на трех оригиналах), составление оригиналов карт с одновременным гравированием их для издания.

При подготовке карт к изданию по первой технологии (рис. 131) совмещение двух элементов, гравируемых на одном оригинале, печатаемых на карте разными красками, может быть различным. Например, для районов ирригации, где требуется точное совмещение условных знаков валиков и арычной сети, на одном оригинале гравируют последовательно элементы гидрографии и контура, на втором — элементы рельефа, а для районов с преобладанием рельефа и развитой гидрографической сети, где требуется точное совмещение этих элементов, на одном оригинале гравируют последовательно гидрографию и рельеф, на втором — контур.

Сущность технологии заключается в следующем. Составительский (полевой) оригинал фотографируют в масштабе издания карты и производят техническую ретушь негатива. С полученного негатива изготавливают две абрисные копии на гравировальных основах. На первой основе гравируют гидрографию и другие элементы, печатаемые синим цветом. Затем изготавливают оригинал подписей гидрографии. Далее производят корректуру и исправление оригиналов гидрографии и подписей.

С оригинала гидрографии изготавливают диапозитивную копию, покрывают ее раствором подслоя и копируют на нее рисунок с оригинала подписей.

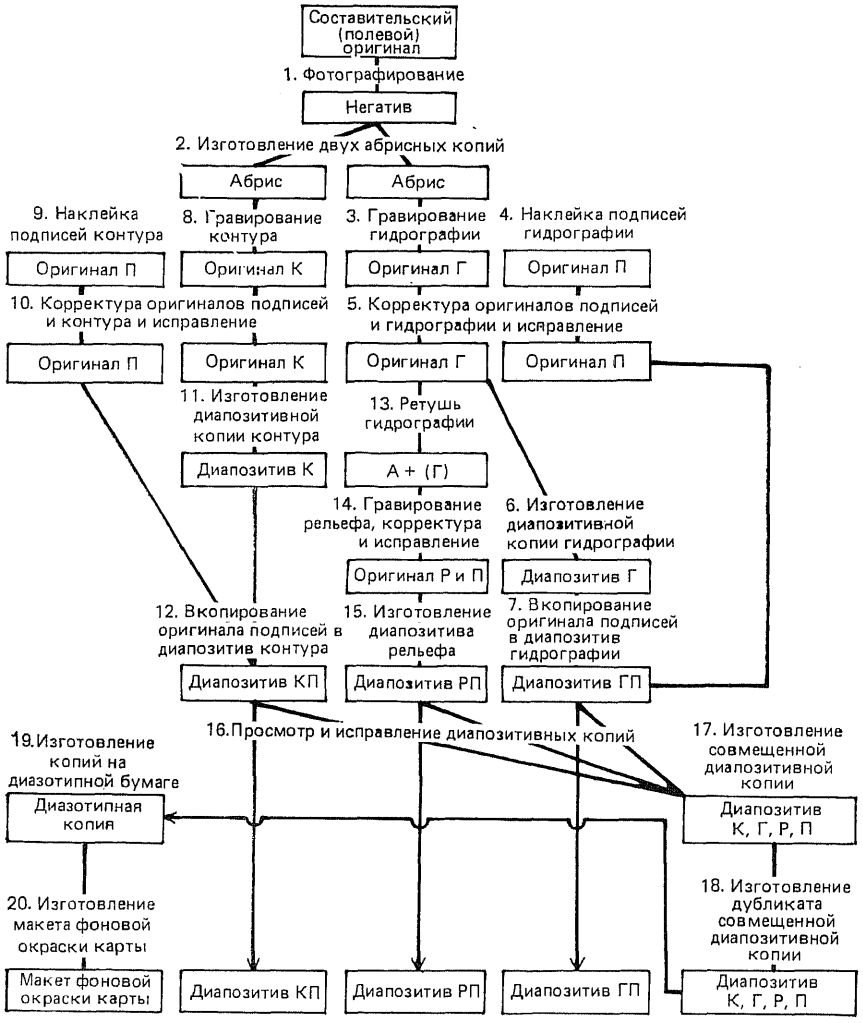


Рис. 131. Технологическая схема подготовки к изданию топографических карт способом гравирования на двух оригиналах

Одновременно с изготовлением диапозитивной копии гидрографии на втором оригинале гравируют контур и элементы, печатаемые черным цветом. Затем изготавливают оригинал подписей и редко встречающихся условных знаков (для которых нет шаблонов к пантографу), печатаемых черным цветом,

и производят корректуру и исправление оригиналов контура и подписей. С оригинала контура изготавливают диапозитивную копию и копируют на нее рисунок с оригинала подписей.

На первом оригинале производят ретушь гидрографии (ретушерной эмалью, карандашом «Стеклограф» или фоторетушью), после чего гравируют элементы рельефа и надписи, печатаемые коричневым цветом. Далее выполняют корректуру и исправление оригинала, изготавливают с него диапозитивную копию, которую покрывают раствором целлулоида.

Расчлененные диапозитивные копии контура, гидрографии и рельефа просматривают, исправляют и изготавливают с них цветную совмещенную диапозитивную копию с прямым изображением рисунка, с которой делают одноцветный дубликат (черную диапозитивную копию).

С черного совмещенного диапозитива изготавливают копию на диазотипной бумаге, на которой изготавливают макет фоновой окраски карты.

Второй вариант технологии подготовки топографических карт к изданию методом гравирования на трех оригиналах (рис. 132) отличается от первого тем, что элементы карты, печатаемые разной краской, гравируют на отдельных оригиналах.

В первом и втором вариантах технологии подготовки карт к изданию для обеспечения точного совмещения элементов карты, гравируемых на разных оригиналах, можно производить вкопирование ранее награвированного рисунка (гидрографии) в абрисы последующих гравируемых оригиналов (контура и рельефа).

При составлении оригиналов топографических карт с одновременным их гравированием для издания применяют различные варианты технологий, отличающиеся между собой, главным образом, способом изготовления абрисной копии на гравировальной основе. В качестве типовой может быть принята следующая технология (рис. 133).

На гравировальную основу наносят при помощи координатографа точки координатной сетки, внутренних углов рамки трапеции и пунктов геодезической основы. Затем их гравируют и с полученного оригинала изготавливают диапозитивную копию на малодеформирующейся пленке. Одновременно фотографируют через призму картографический материал с уменьшением до масштаба составляемой карты. С полученных негативов изготавливают диапозитивы, которые монтируют на диапозитивную копию сетки, рамки и пунктов геодезической основы. Для удобства монтажа размеры диапозитивов должны быть на 0,1—0,15 мм меньше теоретических. С монтажа диапозитивов способом окрашивания подложки изготавливают две или три абрисные копии на гравировальных основах. Количество основ (оригиналов) зависит от сложности карты:

сложные карты составляют на трех оригиналах, карты средней сложности — на двух.

После изготовления абрисных копий на первом оригинале производят составление элементов гидрографии с одновременным гравированием их для издания. Затем изготавливают оригинал подписей, печатаемых синим цветом, в качестве абриса

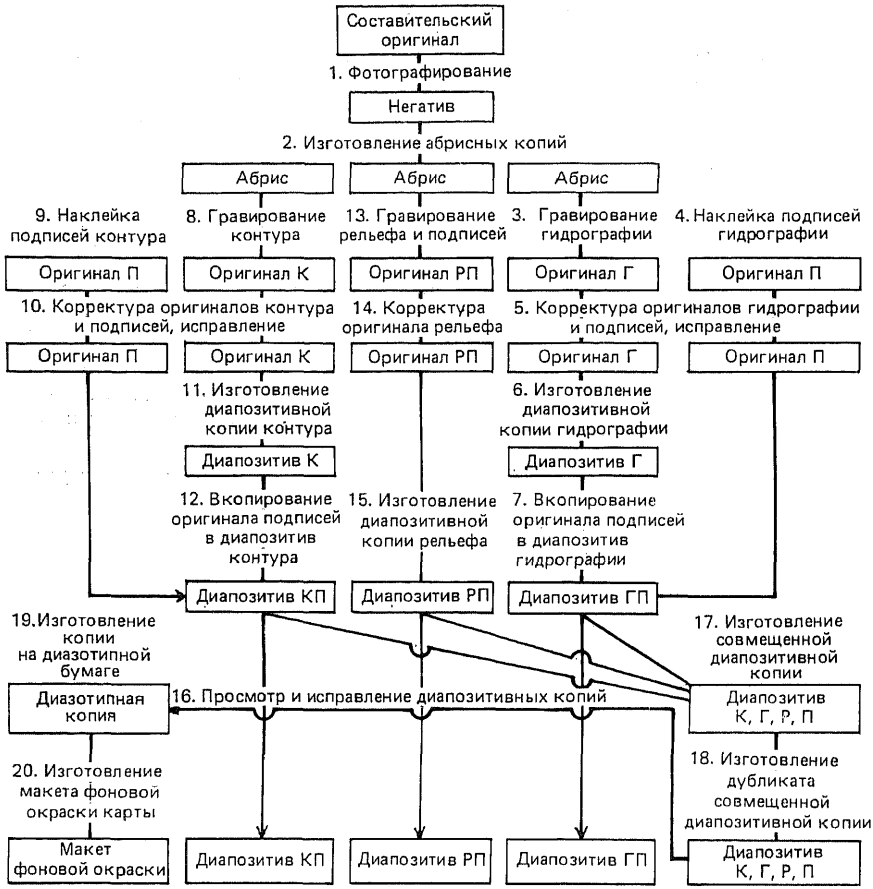


Рис. 132. Технологическая схема подготовки к изданию топографических карт способом гравирования на трех оригиналах

используют оригинал гидрографии. После корректуры и исправления оригиналов гидрографии и подписей с них изготавливают совмещенную диапозитивную копию, с которой рисунок копируют на второй оригинал, при этом цвет вкопированного рисунка должен отличаться от абрисного.

На втором оригинале выполняют составление и гравирование элементов контура. Затем изготавливают оригинал для

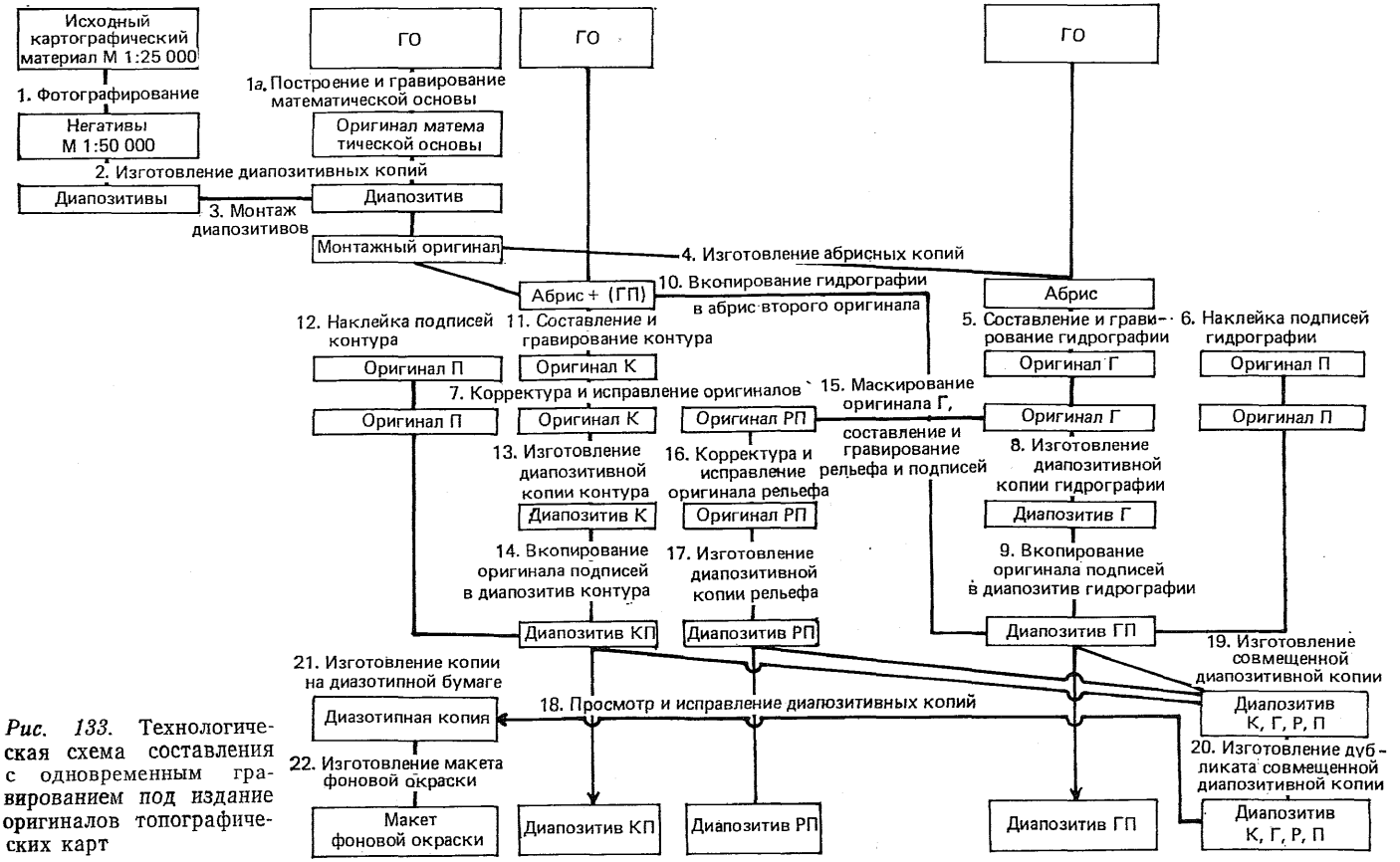


Рис. 133. Технологическая схема составления с одновременным гравированием под издание оригиналов топографических карт

надписей и редко встречающихся условных знаков, печатаемых черной краской. После корректуры и исправления оригиналов контура и подписей с них делают совмещенную диапозитивную копию. Далее на первом оригинале выполняют маскирование (ретушь) элементов гидрографии и составление в карандаше (в сложных местах) элементов рельефа. Затем гравируют элементы рельефа и его численные характеристики, производят корректуру и исправление оригинала и изготавливают с него диапозитивную копию рельефа.

После просмотра и исправления всех трех диапозитивных копий с них изготавливают цветной совмещенный диапозитив (с прямым изображением рисунка), с которого получают черную диапозитивную копию, служащую для изготовления макета фоновой окраски карты и печатных форм фоновых элементов.

Технология подготовки к изданию оригиналов мелкомасштабных карт

В качестве типовых технологий для мелкомасштабных карт могут быть приняты: подготовка к изданию оригиналов карт методом раздельного гравирования, составление оригиналов карт с одновременным их гравированием для издания.

Технологические схемы подготовки к изданию мелкомасштабных карт отличается от схем, применяемых для топографических карт, большей сложностью и разнообразием. Мелкомасштабные карты охватывают обычно более обширную территорию, имеют больший формат, шрифтовое и красочное оформление их сложнее. Кроме того, в отличие от топографических на оригиналах мелкомасштабных карт после гравирования всех элементов и печати штриховой пробы часто возникает необходимость исправлений. Поэтому элементы карты, печатаемые разными красками, приходится гравировать, как правило, на отдельных оригиналах. В тех случаях, когда эти элементы на карте не перекрываются (находятся на разных участках карты), их можно гравировать на одном оригинале.

В ряде случаев приходится применять комбинированную технологию, т. е. часть оригиналов изготавливать методом гравирования на пластике, а часть — на бумажной основе, например, оригинал отмывки рельефа, сложные оригиналы подписей.

Единую схему технологических процессов для подготовки к изданию оригиналов мелкомасштабных карт составить нельзя, так как карты отличаются между собой по содержанию и оформлению. Поэтому для каждой карты разрабатывается своя, конкретная технологическая схема, но основана она на одной из типовых технологий.

Использование автоматизированных систем при изготовлении оригиналов карт повышает точность и скорость их изготовления.

Автоматические координатографы (координатографы с программным управлением) позволяют наносить и вычерчивать (или гравировать) на оригиналах карт углы рамок трапеций, рамки карт с разбивкой на минуты и секунды, картографическую и координатную сетки, опорные пункты, отметки высот и глубин и решать ряд других задач.

§ 100. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ К ИЗДАНИЮ ФОТОКАРТ

В последние годы для различных целей стали издаваться фотокарты, в содержание которых входит черно-белое или цветное фотоизображение местности, полученное при аэро- или космической съемке.

Для штриховых элементов таких карт выполняются оригиналы раздельно по цветам или совмещенно на одном оригинале. Фоновое изображение получают либо только с фотоснимков, либо с добавлением тематической фоновой нагрузки, для которой выполняют отдельные оригиналы.

К издательским оригиналам, наряду с обычными, предъявляют дополнительные требования: цвета фоновой окраски тематической нагрузки должны быть светлыми, чтобы обеспечить хорошую читаемость фотоизображения; цвета должны хорошо различаться между собой.

Цветные космическое фотокарты по предлагаемой ЦНИИГАиК технологии можно отпечатать в четыре краски с черно-белых космофотоснимков (рис. 134) и с многозональных космических фотонегативов (рис. 135). Первая технология обеспечивает получение хорошо читаемого многоцветного

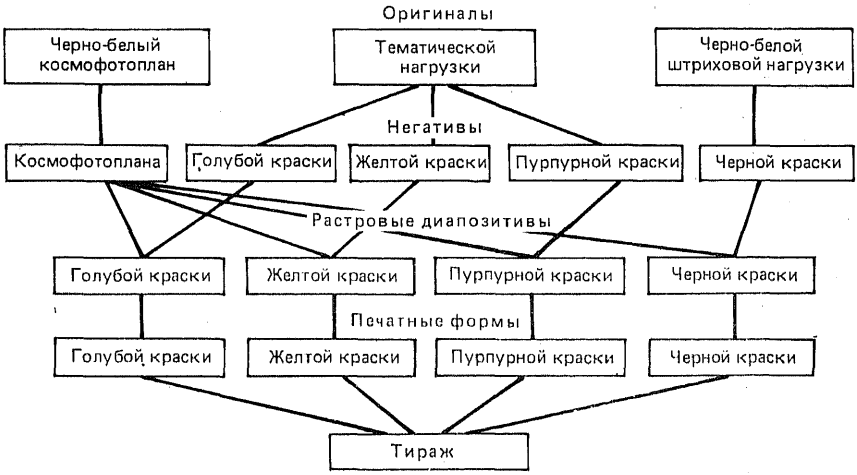


Рис. 134. Схема воспроизведения цветных космических фотокарт с черно-белых космофотоснимков

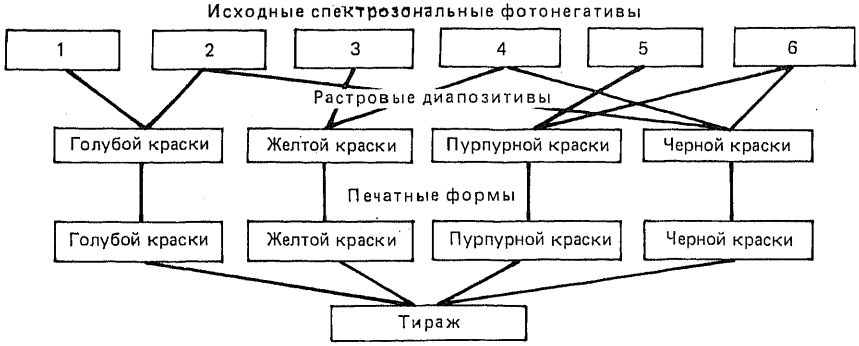


Рис. 135. Схема воспроизведения цветных космических фотокарт с многозональных космических фотонегативов

космофотоизображения местности совместно с другой фоновой тематической нагрузкой (например, гипсометрической окраской или окраской природных зон). Вторая технология обеспечивает точную цветовую и градационную передачу космофотоизображения, возможность получения космофотоизображения в разных масштабах, сокращает объем работ за счет исключения процесса фотографического цветоделения.

§ 101. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДАТЕЛЬСКИХ ОРИГИНАЛОВ ПОДПИСЕЙ

Изготовление оригиналов подписей состоит из двух этапов: изготовление фотонабора надписей и его монтаж на оригинале. Фотонабор надписей осуществляется на фотонаборной установке ФН-2 или Диатайпе. Набор названий производится по списку с составительского оригинала. Списки названий печатаются на пишущей машинке или пишутся от руки. Размер и рисунок шрифта определяются условными знаками, утвержденными для данной карты. У полученных из фотонабора гранок проверяют правильность набора (рисунок шрифта, нет ли грамматических ошибок), качество фотографирования (размер, оптическую плотность букв). Наклейки названий, полученных фотонабором, обычно отличаются высоким качеством, но встречаются и дефекты. Недопустимы фотонаборные гранки с серым фоном и серыми буквами, рваными и нечеткими буквами, слившимися элементами букв. Перспективным направлением является замена фотонаборных наклеек на сухие переводные изображения. В настоящее время достаточно высоким качеством обладают только аппликации.

В зависимости от принятой технологии оригиналы выполняются на различных материалах: на бумаге, пластике. При использовании бумажной основы обычно изготавливают один совмещенный оригинал подписей. При использовании про-

зрачных малодеформирующихся пластиков изготавливают расчлененные оригиналы подписей.

При изготовлении оригиналов на бумаге в фотонаборе используют обычную контрастную фотобумагу, а при изготовлении на пластике — фотобумагу со съемным слоем или тонкую фотопленку. Расположение названий на издательском оригинале должно соответствовать их положению на составительском. При наклеивании названий и отдельных условных знаков на бумагу применяется поливиниловый клей, при наклеивании на чистые листы полиэфирной пленки или диапозитивы — клей, в состав которого входят: смола АС, нитропленка, этилацетат, ацетон, бутилацетат, уксусная кислота. Названия на гранках надрезают ланцетом, оставляя небольшие поля, отделяют от бумажной подложки, намазывают тонким слоем клея и монтируют на оригинале. Излишек клея снимают бумагой.

Перед наклеиванием надписей на чистый лист полиэфирной пленки на нем предварительно вычерчивают углы внутренней рамки карты, служащие для совмещения листа с подкладываемым под него гравированным оригиналом, по рисунку которого производят распределение надписей, а также с диапозитивной копией, на которую в дальнейшем копируют рисунок с оригинала подписей.

Изготовление оригиналов подписей с помощью самоприклеивающихся картографических аппликаций выполняют в соответствии с РТМ 68-7—77. Использование данной технологии позволяет механизировать процесс нанесения клея на фотонаборную гранку, благодаря чему повышается производительность труда.

§ 102. ПОЛУТОНОВЫЕ ИЗДАТЕЛЬСКИЕ ОРИГИНАЛЫ КАРТ

К черно-белым полутоновым издательским оригиналам относятся оригиналы отмывки и тушевки рельефа, фотографии. Издательский оригинал отмывки рельефа выполняется на голубой копии с составительского оригинала карты. Размер голубой копии изготавливают в масштабе издания карты. Руководством к исполнению оригинала являются указания редактора, орографическая схема на данную карту, ранее изданные карты и оригиналы отмывки рельефа.

При сравнении оригинала отмывки рельефа и растрового отпечатка, полученного с него, заметно, что отпечаток имеет меньшую контрастность. Это объясняется тем, что в силу специфики растровой съемки контраст полутонового изображения снижается за счет образования мелких темных точек на белых участках и появления белых точек на самых темных местах. Поэтому при изготовлении оригинала отмывки рельефа тени накладывают несколько темнее, чем они должны быть по заданию, чтобы после растрирования получился желаемый

результат. Самые светлые тени должны отличаться от фона бумаги по оптической плотности не менее чем на 0,15 ед.

Полутоновой издательский оригинал карты можно выполнить тушевкой на бумаге или прозрачном пластике с матированной поверхностью по голубому абрисному изображению или на просвет. Тушевка выполняется карандашами разной твердости. Для слабых теней применяют твердые и твердомягкие карандаши, а для сильных теней — мягкие.

Наилучший пластический эффект на карте создает отмывка рельефа, если она отпечатана двумя цветами: холодным цветом — вся отмывка (подкладка), теплым цветом — наиболее высокие участки (удары). Существует несколько способов подготовки полутоновых оригиналов карт к изданию для воспроизведения отмывки рельефа в два цвета.

Изготовление двух оригиналов. Сначала по голубой копии отмывают подкладку. Затем этот оригинал фотографируют и получают с него голубую копию на жесткой основе, по которой отмывают удары. Оригиналы можно (один или оба) выполнять на пластике, что исключает фотографирование и облегчает контроль совмещения.

Изготовление двухцветного оригинала. При этом способе на одном оригинале подкладку выполняют красным цветом и на нее наносят удары черным цветом. Расчленение по цветам производят при фотографировании с помощью светофильтра. На двухцветном оригинале можно применить люминесцентные краски и фотографировать его при ультрафиолетовом освещении. Способ двухцветной отмывки широко не применяется ввиду сложности цветоделения.

Способ дуплекс. Оригинал отмывки выполняют один, но фотографируют его дважды: для получения холодных теней — на пленку с нормальной контрастностью, на которой прорабатываются все полутона, для получения теплых теней — на контрастную пленку, на которой пропадут мягкие переходы и останутся места, где были даны самые сильные тени. На оригиналах отмывки рельефа сильные тени обычно наносят на гребнях высоких хребтов, вершинах гор и в глубоких ущельях. Если напечатать краской теплого оттенка и вершины, и долины, пластика пропадет. Для того чтобы избавиться от теплых теней в долинах, на негативе, где выполнены удары, приходится проводить ручную ретушь. Ретушь растровых негативов нарушает плавный переход теней, ухудшает качество отпечатков. Положительным в способе дуплекс является то, что для двух цветов изготавливается один оригинал.

Для сокращения объема работ при изготовлении издательского оригинала сплошной отмывки может быть применен способ «темных пластин». На прозрачный пластик с матированной поверхностью на офсетном станке наносят ровным слоем темно-серую краску. Затем этот пластик накладывают на картографическую основу и черными карандашами в нужных ме-

стах производят тушевку рельефа. Там, где должно быть осветленное место, краску удаляют с пластика острыми скребками. При сплошной отмывке рельефа совершенно светлых мест сравнительно мало и, таким образом, осветлению подвергаются небольшие участки.

В Производственном картосоставительском объединении «Картография» разработан способ получения сплошной отмывки рельефа с обычного оригинала отмывки. Для этого на выполненный оригинал обычной отмывки накладывают прозрачный пластик и ретушерной краской закрывают на нем участки, которые на карте должны быть белыми, получая таким образом маску бликов. Затем с оригинала отмывки рельефа на малоконтрастной пленке изготавливают мягкий полутоновой негатив. Совмещают негатив с маской бликов и через контактный растр получают растровый диапозитив. На диапозитиве места, которые на оригинале были белыми, получатся закрытыми паразитарной точкой (около 35 %), создающей сплошной фон, а места, закрытые маской бликов, останутся белыми.

Оригинал сплошной отмывки рельефа используется как фоновой издательский оригинал для издания учебных ландшафтных, физических, краеведческих и других карт. Применение оригинала сплошной отмывки для печати физических карт обеспечивает хорошую пластику и читаемость гипсометрических слоев. Особенность способа состоит в том, что при изготовлении печатных форм вместо традиционного способа ввода сеток и заливок в гипсометрические слои вкопирывают изображение с растрового диапозитива, полученного с оригинала сплошной отмывки рельефа. Таким образом, гипсометрический слой зеленого цвета будет состоять из сплошной отмывки зеленого цвета, оранжевый — из сплошной отмывки оранжевого цвета и т. д. Хорошая различимость слоев не нарушается даже после того, как сверху впечатывают слабым нейтральным цветом отмывку всего рельефа.

Многоцветные полутоновые издательские оригиналы выполняют с учетом воспроизведения их способом трехцветной репродукции. Чаще всего это карты, у которых фон показывается ландшафтным оформлением (туристские, ландшафтные и другие карты). Издательские оригиналы выполняют по бледно-голубому абрисному изображению на бумаге, наклеенной на жесткую основу, акварельными красками, близкими по спектральному составу к той триаде красок (голубой, желтой, пурпурной), которая намечена для издания карты. Исполнитель, выполняя указания редактора по отображению содержания, должен учитывать также цвета шкалы цветового охвата данной триады. Особое внимание на близость спектрального состава триады печатных и акварельных красок обращают при использовании штриховых красок для печати фоновых элементов карт.

§ 103. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦВЕТНЫХ ФОНОВЫХ ИЗДАТЕЛЬСКИХ ОРИГИНАЛОВ КАРТ

Цветные фоновые издательские оригиналы содержат те элементы карты, которые изображаются ровной фоновой окраской, например, площади государств на политических картах, водные пространства, площади, занятые сельскохозяйственными культурами на общеэкономических картах и др. ЦНИИГАиК разработал технологию изготовления цветных фоновых издательских оригиналов, предназначенных для фотомеханического и электронного цветоделения. По этой технологии окрашивание выполняют на незасвеченной отфиксированной фотобумаге по нанесенному на нее голубому абрисному изображению с оптической плотностью 0,4 ед. Акварельные краски подбирают близкими по спектральной характеристике к печатным краскам холодной триады.

Для раскрашивания оригиналов применяется следующий состав краски: краситель (0,3 г), глицерин (40 мл), клей поливиниловый 8 %-ной концентрации (10 мл), вода (50 мл).

Перед окрашиванием поверхность бумаги припудривается тальком. Окрашивающий раствор обильно и равномерно наносят кистью на фотобумагу, лежащую в горизонтальном положении, и оставляют на несколько минут. Получив нужную интенсивность, окрашивающий раствор снимают со всей площади ватным тампоном, смоченным в воде.

Сильно изрезанные контуры и мелкие озера с внешней стороны отмазывают лаком, состав которого: целлулоидная пленка (3,5 г), краситель жирорастворимый красный (0,01 г), ацетон (100 мл).

После окрашивания лак удаляют ватным тампоном, смоченным в ацетоне. Ровность окраски проверяют через светофильтры, спектральная характеристика которых соответствует спектральной характеристике светофильтров, применяющихся при съемке.

Применение цветных фоновых издательских оригиналов сокращает процесс издания карт и приводит к экономии материальных затрат за счет того, что почти исключается ручная работа граверов, уменьшается объем копировальных процессов, отпадает необходимость составления графика тонового оформления, уменьшается количество фоновых печатных красок.

§ 104. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРАСОЧНЫХ ОРИГИНАЛОВ КАРТ

Красочный оригинал дает полное представление о цветовом оформлении карты. Его выполняют на штриховой пробе. В соответствии с авторским оригиналом акварельными красками закрашиваются все фоновые и штриховые элементы. Если на карту не изготавливался авторский оригинал, то по указанию

редактора используется вспомогательный материал (эскизы, ранее изданные карты, описания, условные знаки).

Выполняя красочный оригинал, учитывают способ использования, назначение и содержание карты, количество печатных красок. Часто до начала изготовления красочного оригинала разрабатывают красочные легенды, шкалы, эскизы. Как вспомогательный материал используют также шкалы цветового охвата или альбомы сочетания красок. Для многих тематических карт (тектонических, почвенных, геологических и др.) разработаны стандартные легенды, по которым раскрашиваются все издаваемые карты такого типа.

Ко всем красочным оригиналам предъявляются определенные требования: соответствие расцветки назначению, содержанию и способу использования карты; наглядность и художественность; обеспечение использования минимального числа печатных красок при его воспроизведении; правильность окраски контуров; высокое качество исполнения. Готовый красочный оригинал просматривается редактором, а если он будет использоваться как макет фоновой окраски, то проверяется корректором. В дальнейшем красочный оригинал служит основой для составления технологического плана издания карты, для составления графика тонового оформления и эталоном для подбора красок при печати красочной пробы.

§ 105. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАКЕТА ФОНОВОЙ ОКРАСКИ КАРТЫ И МАКЕТА РАСЧЛЕНИТЕЛЬНОЙ РЕТУШИ

При изготовлении диапозитивов или печатных форм фоновых элементов карты гравер должен точно знать, какие контуры подлежат отмазке. При этом он может руководствоваться красочным оригиналом карты, если содержание карты не сложное и на красочном оригинале цвета хорошо отличаются друг от друга. Если же красочный оригинал не отвечает этому требованию или для издаваемой карты не изготавливался красочный оригинал, то для обеспечения граверных работ выполняют макет фоновой окраски. Задача макета фоновой окраски состоит в четком показе размещения цветов на карте.

Макет фоновой окраски выполняют прозрачными акварельными красками на оттиске с печатной формы, содержащей штриховые элементы, являющиеся границами фоновых красок. Для соседних территорий краски подбираются контрастных цветов, не допускается окрашивание разных элементов одинаковым цветом. При изготовлении макета фоновой окраски исполнитель для определения площадей, подлежащих окраске, руководствуется красочным оригиналом. Если же его нет — то составительским оригиналом и дополнительными картографическими материалами. Для макета фоновой окраски исполнитель подбирает цвета условно.

Цвета на макете фоновой окраски для топографических карт определены инструкцией. На полях макета выполняют шкалу, которая показывает связь цветов макета с цветами красочного оригинала. Для карт со сложной расцветкой могут быть изготовлены частично расчлененные макеты, по два-три на одну карту. На водные пространства, границы и заливку пунсонов административных центров изготавливают отдельный макет. Внутренние водоемы, не имеющие послойной окраски и не подразделяющиеся на пресные и соленые, на таких макетах принято закрашивать черным цветом, моря и океаны — розовым, границы — фиолетовым, пунсоны — красным цветом.

Готовые макеты фоновой окраски подвергаются тщательной корректуре. Проверяется правильность окраски контуров, размещение цветов и различимость их друг от друга.

Макет расчленительной ретуши изготавливается на оттиске, полученном с издательского оригинала, штриховые элементы которого подлежат расчленению по цветам. В соответствии с составительским оригиналом отдельные элементы на оттиске выделяются яркими прозрачными красками, например, гидрография выделяется красным цветом, горизонтали — зеленым и т. д. Цвета должны быть хорошо отличимыми друг от друга. Элемент, преобладающий на оригинале, можно не закрашивать — это сократит объем работы. На полях макета дают расшифровку: на макете — красным, в печати — синим; на макете — зеленым, в печати — коричневым и т. д.

Законченный, проверенный и исправленный макет подписывается исполнителем и корректором. Макет расчленительной ретуши служит руководством при составлении технического плана издания карты и выполнении ретушерных работ при расчленении картографического изображения.

§ 106. РОЛЬ РЕДАКТОРА В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ КАРТЫ К ИЗДАНИЮ

После завершения составительских работ редактор разрабатывает подробную рабочую технологическую схему, в которой определяет способ изготовления издательских оригиналов карты: будет ли это черчение на бумаге, черчение или гравирование на прозрачных пластиках. Технологическая схема должна обеспечивать наиболее экономичное и быстрое исполнение всех видов работ при высоком качестве.

Учитывая принятый способ изготовления издательских оригиналов редактор устанавливает количество издательских оригиналов и содержание каждого. Он дает задание исполнителю на изготовление макета расчленительной ретуши, макета фоновой окраски и красочного оригинала. В задании на изготовление красочного оригинала редактор перечисляет цвета печатных красок, объясняет особенности карты, указывает дополнительный картографический материал. Для изготовления оригинала

отмывки рельефа редактором подбирается литературный и картографический материал и разрабатывается орографическая схема. На схеме показываются орографические объекты, отметки высот, расчлененность рельефа.

В процессе изготовления всех оригиналов и макетов редактор следит за ходом работы, отвечает на возникающие вопросы и контролирует качество и правильность исполнения. Законченные и проверенные корректором оригиналы и макеты редактор тщательно просматривает, дает на исправление исполнителю, проверяет исправление замечаний и подписывает их для издания. Редактор несет полную ответственность за качество, содержание и сроки издания карты.

Глава 22
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОФОРМЛЕНИЯ КАРТ

§ 107. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОФОРМЛЕНИЯ КАРТ

Разработка оформления — одна из ответственных задач в общем процессе создания картографического произведения. Эта задача не менее важная, чем определение содержания и процессов составления и издания карты. От того, какими будут шрифты, штриховые условные обозначения и фоновые элементы на карте, зависят ее наглядность, читаемость, информативная емкость, общая привлекательность.

Умение правильно подобрать изобразительные средства в соответствии с поставленной задачей основывается на системном методе передачи комплекса показателей, на знании специфики оформления карт разных типов, достоинств и недостатков разных способов картографического изображения и правил построения картографических знаков и знаковых систем, сформулированных семиотикой. Общие вопросы оформления решаются также с учетом таких определяющих факторов, как особенности содержания, способ использования, назначение и масштаб карты; физиологические и психологические особенности восприятия картографического изображения; эстетические требования; возможности и требования полиграфического воспроизведения.

Системный метод в проектировании оформления карт заключается в графическом обеспечении системы показателей содержания карты, в придании отдельным логическим смысловым группам определенных графических особенностей. Такой прием в картографии, наряду с систематизацией и классификацией условных знаков, применяется очень широко, поскольку делает изображение содержания карты системным, а восприятие — более легким. При общем взгляде выявляются важные родовые признаки объектов, а при детальном чтении — дополнительные характеристики.

Использование при построении картографических знаков и знаковых систем семиотики заключается в учете основных правил, сформулированных в ее разделах: синтактике — характеризующей отношение знаков друг к другу, семантике — рассматривающей отношение знаков к обозначаемым объектам, прагматике — изучающей отношение потребителя к знаку или знаковой системе.

Содержание, назначение карты и характер ее использования являются одними из главных факторов, на которых основывается выбор способов оформления карты. Проектируя оформление карты с учетом наиболее выразительного отображения ее содержания, в первую очередь выполняют условие хорошей читаемости, отличимости одного обозначения от другого, степень их броскости в соответствии со значимостью, наглядность. Это относится и к штриховым, и к фоновым обозначениям. Оформление карт в соответствии с назначением (справочные, учебные, военные, полетные и др.) должно в первую очередь отвечать поставленной для данной карты задаче: передаче максимума хорошо читающейся информации — для справочных карт, облегчению запоминания и пространственного представления — для учебных карт и др. Оформление карт специального назначения (предназначенных для определенного круга потребителей) в зависимости от поставленных задач должно давать возможность определения качественных и количественных характеристик изображаемых объектов, их сопоставимость, точность местоположения, измеримость. От вида использования карты (настольная или настенная) и от ее назначения зависит читаемость, которую следует придать условным обозначениям.

Учет особенностей зрительного восприятия при проектировании оформления карт опирается на физиологические возможности глаза, на общие психологические законы восприятия (закон контраста, апперцепции, части и целого), на ряд законов цветоведения (закон Вебера—Фехнера, хроматический контраст, принцип воздушной перспективы и др.).

Учет требований эстетики в современном картографическом производстве имеет большое значение, поскольку в оформлении используются некоторые принципы и приемы изобразительного искусства. Эстетическое воздействие пропорций общего композиционного решения и форм отдельных обозначений, общий стиль оформления, колорит красок, оформление внешних элементов существенно влияют на общую оценку качества карты. Надо также иметь в виду, что оформление карт массового пользования оказывает определенное влияние на формирование эстетического вкуса потребителя.

Требования и возможности полиграфического воспроизведения учитываются в процессе проектирования оформления каждого элемента карты. Рисунок и размер штриховых условных обозначений и шрифтов должны быть подобраны так, чтобы

на карте не было слившихся и нечетких линий, а фоновое оформление разработано с учетом использования в печати минимального числа печатных красок без снижения качества красочного оформления, для чего рекомендуется применять комбинированное использование красок для штриховых и фоновых элементов.

§ 108. СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Все многообразие способов отображения явлений и объектов на географических картах может быть объединено в несколько групп: способ значков, способ линейных знаков, способ знаков движения, способ ареалов, способ качественного фона, способ изолиний, точечный способ, картодиаграмма, картограмма. П. А. Скворцов к перечисленным способам предложил добавить способ натуралистического изображения ландшафта (ландшафтное оформление). Способы изолиний, картограммы, качественного фона были рассмотрены в гл. 17.

Способ значков

Значки составляют неотъемлемый элемент содержания большинства карт как общегеографических, так и тематических. Значками отображаются локализованные объекты. Размер значка, как правило, превышает площадь объекта, выраженную в масштабе карты. Значки могут иметь форму геометрических фигур, букв и быть наглядными в виде символических фигур и рисунков натуралистического характера. Форму и цвет обычно используют для передачи качественных различий объектов. Цвета закрепляются за крупными качественными категориями. Различием в величине значков передают количественные признаки объектов картографирования (рис. 136). Для отображения значимости объектов и явлений иногда используют различную степень насыщенности и броскости цветов.

На тематических картах значки имеют следующие свойства: имеют большее значение по сравнению с остальным содержанием карты; как правило, ими передаются не только

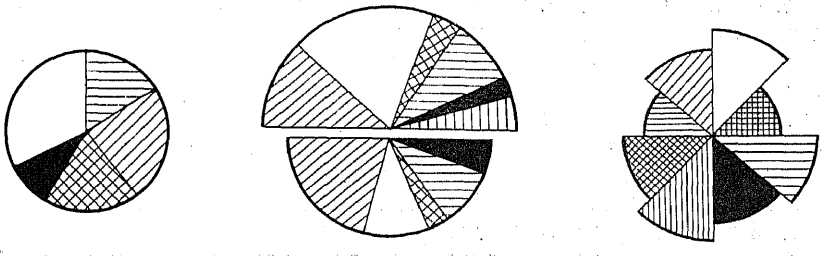


Рис. 136. Структурные значки, отображающие качественные и количественные характеристики

отдельные объекты, но и качественная и количественная характеристика целой группы объектов в виде одного крупного значка (см. рис. 136); в отличие от значков общегеографических карт могут быть структурными. В этом случае общая площадь геометрического значка делится на части, которые в соответствии со структурой изображаемого объекта окрашиваются различными цветами или заштриховываются (см. рис. 136); значки могут отражать динамику явлений (рис. 137);

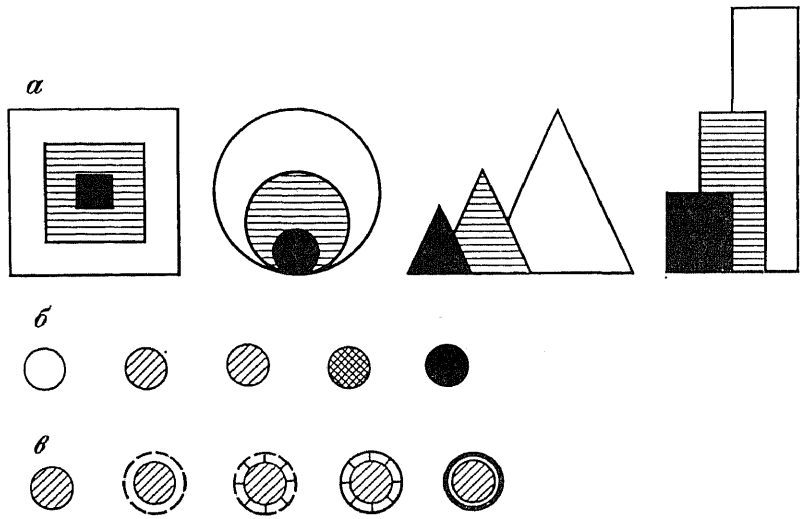


Рис. 137. Различные виды оформительских приемов, передающих динамику явлений значковым способом:
а — увеличением размера значка; *б* — увеличением интенсивности штриховки; *в* — различной обводкой

они значительно крупнее значков, используемых на общегеографических картах.

Требования к оформлению карт способом значков:

форма значков должна хорошо читаться как на настольных, так и настенных картах с определенного расстояния;

условные знаки объектов и явлений, не родственных между собой, должны максимально отличаться по форме и цвету. Знаки объектов и явлений, объединенных общим признаком, должны сохранять сходство по цвету либо по форме;

должно быть обеспечено достаточное цветовое различие значков между собой, с фоновой окраской, а также цветовых частей значка при его структурном строении;

броскость значков должна соответствовать значимости объектов, чтобы обеспечить необходимую очередность восприятия;

значки должны обеспечивать читаемость количественного

показателя, т. е. они должны быть удобными для визуального определения и измерения;

предпочтение должно быть отдано значкам, ассоциирующимся каким-либо образом с отображаемым объектом (что обеспечит легкость узнавания и запоминания обозначений), а также простым по рисунку и компактным значкам;

значки должны способствовать красоте и изяществу общего оформления карты;

необходимо подбирать значки, легко воспроизводимые в печати.

Выполнить эти требования не всегда просто даже при однородности фоновой подкладки. Задача осложняется, когда фон становится многоцветным и однородные значки попадают в различные условия фонового окружения.

Достижению хорошей читаемости значков на цветном фоне способствуют правильно подобранные:

цветовой и светлотный контраст между фоном и значком. Желательно иметь светлый фон (как минумум на 30 % светлее заливки значков), но не очень бледный, иначе различимость цветовых пятен фона между собой будет недостаточной. Использование темноватых фонов малой спектральной чистоты для отдельных участков карты при общих светлых тонах оформления нежелательно. Равномерно темные фоны допустимы при окраске значков на карте в очень яркие или светлые цвета;

различимость окраски значков между собой. При относительно равных светлоте и насыщенности удовлетворительную различимость значков одинаковой формы и размера могут обеспечить чистые цвета, достаточно удаленные друг от друга в цветовом круге в восемь ступеней: красный, оранжевый, желтый (лимонный), зеленый теплый, зеленовато-голубой, синий, фиолетовый, пурпурный. Наибольшую различимость в окраске значков или секторов может обеспечить изменение всех трех цветовых параметров. Нужно помнить, что изменения по светлоте различаются легче, чем изменения по насыщенности или цветовому тону. Размещение цветов в круге или кольце желательно производить таким образом, чтобы обеспечивалась хорошо заметная разница между соседними секторами;

рисунок и размер значка. Значки сложного, мелкого и цветного рисунка хуже читаются на картах. Если они все-таки проектируются, то необходимо выполнить фрагмент карты и проверить их читаемость. Для простых значков в виде круга надежная различимость при условии нормального зрения, удовлетворительной освещенности и контраста с фоном обеспечивается при угле зрения в 7′. Линейные размеры для семи угловых минут соответствуют: при удалении от карты на 0,33 м — 0,7 мм, на 1 м — 2 мм, на 5 м — 10 мм. Достаточно толстая черная окантовка цветных значков хорошо выделяет их на фоне, создает впечатление большей чистоты окраски внутрен-

ней части и, увеличивая светлотный контраст с фоном, повышает броскость значков.

Читаемость карты можно повысить, введя дополнительный рисунок — «различитель» внутри значка: белые, черные полосы и т. д.

Способ линейных знаков

Способ линейных знаков применяется для показа природных и социально-экономических явлений и объектов, приуроченных к определенным линиям на местности, длина которых выражается в масштабе карты, а ширина в основном — вне масштаба: политические и политико-административные границы, гидрографическая сеть, пути сообщения и др. Линейными знаками можно показать точное и схематичное местоположение объекта, качественные и количественные его характеристики, изменения во времени. Шириной знака, цветом, формой и рисунком внутренней структуры могут быть показаны качественные и количественные изменения: увеличение ширины реки, повышение класса дорог и др.

При разработке оформления особенно важно выдерживать однотипный рисунок или одинаковый цвет однородных объектов, объединяющий эти условные знаки в одну группу, например, построение политико-административных границ посредством штрихов и точек, применение синего цвета для гидрографии, коричневого — для горизонталей и элементов рельефа и т. д. В случае же необходимости использования одинакового цвета для различных групп объектов их условные знаки должны четко отличаться друг от друга по рисунку.

На тематических картах, когда общегеографическое содержание должно отходить на второй план, необходимо использовать приглушенные цвета, чтобы они хорошо читались, но воспринимались после основного содержания.

Способ знаков движения

Способ знаков движения служит для показа различных перемещений, относящихся как к области природных явлений: морские течения, направление ветра и т. д., так и социально-экономических: миграции населения, перевозки грузов, политико-экономические связи и т. д. Способ знаков движения основан на применении двух графических средств — линий (полос) и векторов (направленных отрезков-стрелок).

Линии могут быть одинарными, двойными и в виде целого пучка, прямыми, извилистыми, сплошными, пунктирными, разбитыми на отрезки, чередующимися с точками или буквами. Широкие линии (полосы) могут иметь различную структуру (рис. 138). Стрелки могут различаться по форме.

Помимо различий по форме, величине и структуре знаки движения могут различаться по цвету и интенсивности окраски.

Различие знаков движения по форме, структуре и цвету обычно используют для отображения качественных признаков. Для количественных показателей используют изменения в размерах знаков по ширине и иногда по интенсивности окраски.

Требования к оформлению карт способом знаков движения:

знаки движения должны хорошо отличаться друг от друга и от фона;

должна быть обеспечена читаемость рисунка и цвета знаков движения, а также различимость частей знака при его структурном строении;

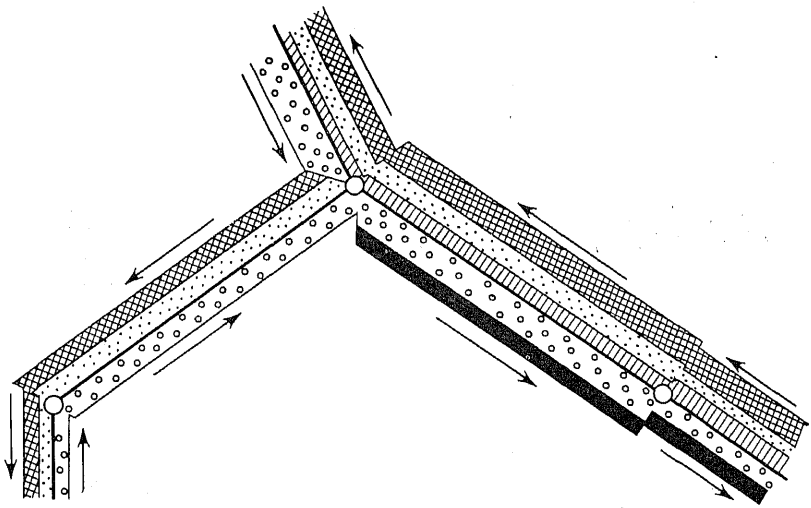


Рис. 138. Пример структурного знака движения, отображающего направление, величину и структуру грузопотоков

броскость знаков должна соответствовать количественным показателям изображаемых объектов;

знаки движения должны быть простыми и легко воспроизводимыми в печати, в то же время красивыми и изящными.

Из перечисленных требований видно, что большинство из них одинаковы с требованиями к оформлению карт при значковом способе. Поэтому условия хорошей читаемости значков на цветном фоне тематических карт являются общими и для способа знаков движения.

Добавим несколько рекомендаций, касающихся непосредственно способа знаков движения. В тех случаях, когда знаки движения образуют трудно читаемую ситуацию, их следует делать цветными, причем с возможно бóльшими отличиями по цвету друг от друга. Если же по тем или иным причинам этого сделать нельзя, различимость достигается за счет индивидуальности рисунка каждого знака.

Способ ареалов

Ареалом называют область распространения какого-либо явления. Для передачи ареалов на карте могут быть использованы различные графические приемы (рис. 139). Приемы изображения с четко выраженной границей применяются для ареалов, точно установленных на местности. Для ареалов, лишь приблизительно указывающих область распространения явления, применяют надпись или расстановку знаков в предполагаемых пределах.

Рис. 139. Примеры различного оформления ареалов

Способ ареалов на тематических картах применяется очень широко. Многообразие приемов его оформления позволяет сочетать на одной и той же карте ряд ареалов, даже если они перекрываются друг другом. Разный рисунок границ и различные цвета окраски ареалов обычно отображают качественные характеристки объектов картографирования. При этом способе можно передать и количественную характеристику объектов, используя штриховку или окраску, усиливая ее в зависимости от степени развития явления внутри ареала.

Динамика развития может быть отображена по-разному: расширение ареала можно передать на карте двумя контурами, соответствующими двум датам времени, или окраской их площадей одним цветом, но разной силы.

Основные требования оформления ареалов:

хорошая их различимость на фоне карты независимо от графического приема. При изображении на одной и той же карте разных явлений различной окраской фона могут встретиться ареалы большие по площади и маленькие. Так как при значительных уменьшениях угла зрения понижается способность глаза оценивать цветовые различия, необходимо учитывать это обстоятельство при разработке оформления карт. Поэтому большие ареалы лучше окрашивать в светлые тона или давать тонкую редкую штриховку без оконтуривания. Мелкие же ареалы следует окрашивать в более яркие цвета или плотнее заштриховывать. Здесь уместна и линия контура. При отображении относительной значимости ареалов следует применять приемы, обеспечивающие последовательность восприятия;

штриховые значки в пределах ареалов лучше использовать

простые, хорошо воспроизводимые при печати, легко читаемые. При способе ареалов часто применяют натуралистические значки ввиду их большой наглядности. Так, на зоогеографических картах используют рисунки животных. Иногда их делают очень крупными и печатают черной краской — это портит общее оформление. Лучше выглядят карты, где животный мир разбит на группы и каждой группе присвоен свой цвет. Необоснованно показывать размещение различных видов животных при помощи геометрических значков различной формы и цвета, если масштаб карты позволяет показать их рисунком;

для штриховок, границ ареалов и значков желательно использовать цвета, отличающиеся от окружающего фона по тону и в особенности по светлоте;

при наличии на карте нескольких ареалов, отображающих разные явления, необходимо выбрать для них различающиеся между собой приемы оформления (цвет, линия, рисунок);

фон карты должен быть светлым с достаточной различимостью цветовых пятен.

Точечный способ

Точечный способ применяют в тех случаях, когда нужно показать неравномерное распределение какого-либо явления по площади. Он заключается в расстановке в соответствующих местах точек, каждая из которых означает не какой-то один конкретный объект, а является единицей количественного показателя (рис. 140, *а*). Простота и наглядность точечного способа обусловливают его широкое распространение, тем более что при введении разноцветных точек можно передавать не только количественные, но и качественные характеристики, а также динамику объектов или явлений. В случаях большой концентрации точек на отдельных участках карты возможно применение точек нескольких размеров, с соответственным увеличением их веса (рис. 140, *б*).

Решение оформительской задачи сводится к подбору размера точки и цветов для фона и точек, обеспечивающих хорошую читаемость цветных точек на цветном фоне.

Основные требования и рекомендации к оформлению карт при точечном способе:

фон точечной карты обязательно должен быть светлым;

цвет точек должен отличаться от фона по тону и особенно по светлоте;

при отображении на карте точками различных цветов неравноценных по значимости объектов нужно добиваться, чтобы более значимый объект был более броским, чем менее значимый;

если точки, отражающие один объект, располагаются очень часто, а точки, показывающие размещение другого, равнозначного ему объекта, оказываются расставленными с большими интервалами и их мало, последние следует сделать более броскими, иначе они будут плохо заметны на карте;

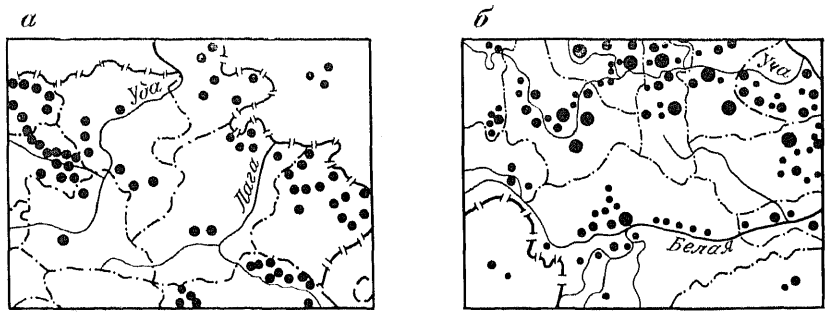


Рис. 140. Варианты оформления карт точечным способом:
а — использование точек одного весового значения; *б* — разных весовых значений

употребление на одной карте точек нескольких цветов для показа качественных различий объектов или динамики их развития усложняет оформительскую задачу. Если объектов картографирования немного и каждый из них имеет свой особый район преимущественного распространения, то, подобрав для точек цвета, в достаточной степени контрастирующие с фоном и между собой, можно обеспечить удовлетворительную читаемость карты. Если же точки разного цвета на больших площадях перемежаются между собой, то читаемость их будет очень затруднена из-за возможного оптического смешения цветов. В этом случае к подбору цветов подходят с особой осторожностью, проверяя их на красочном эскизе;

замена точек на другие миниатюрные фигурки (прямоугольники, черточки и т. п.) при отображении размещения одного явления нежелательна. Точки наиболее хорошо читаемы, экономичны. Другой рисунок при точечном способе может быть использован, когда одним цветом изображают различные явления. В этом случае важно, чтобы фигурки хорошо отличались друг от друга по рисунку и оставляли одинаковое зрительное впечатление, если явления равнозначны.

При оформлении карт точечным способом, более чем при каком-либо другом, необходимо добиваться того, чтобы точки не терялись среди прочего содержания. Поэтому, даже учитывая изложенные выше рекомендации, нужно избегать перегрузки карты речной сетью, дорогами, границами, населенными пунктами, названиями, при этом их следует выполнять бледными цветами, чтобы они воспринимались на втором плане.

Способ картодиаграммы

Картодиаграммой называют способ изображения на карте какого-либо явления с помощью диаграмм, размещенных внутри единиц территориального деления. Картодиаграмма по внешнему виду напоминает способ значков на экономических кар-

тах, но по существу эти способы различны: значки указывают местонахождение конкретных объектов, диаграммы же выражают суммарную величину явления в границах отдельных территориальных единиц.

По внешнему виду картодиаграммные фигуры могут быть разнообразны. Обычно пользуются простейшими геометрическими фигурами, так как их удобнее сравнивать по величине (рис. 141). Для облегчения сопоставимости количественных

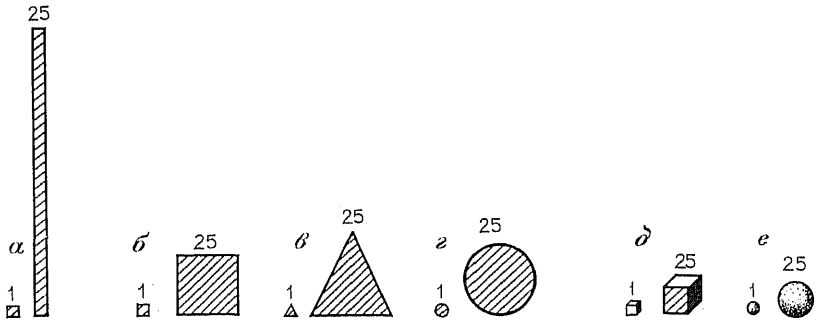


Рис. 141. Примеры геометрических диаграммных фигур, отображающих один и тот же показатель:
а — линейная; *б, в, г* — площадная; *д, е* — объемная

характеристик иногда применяют (рис. 142) несколько фигур одинакового веса (венский способ, способ кубиков) или разного (способ «разменной монеты», деленные столбики).

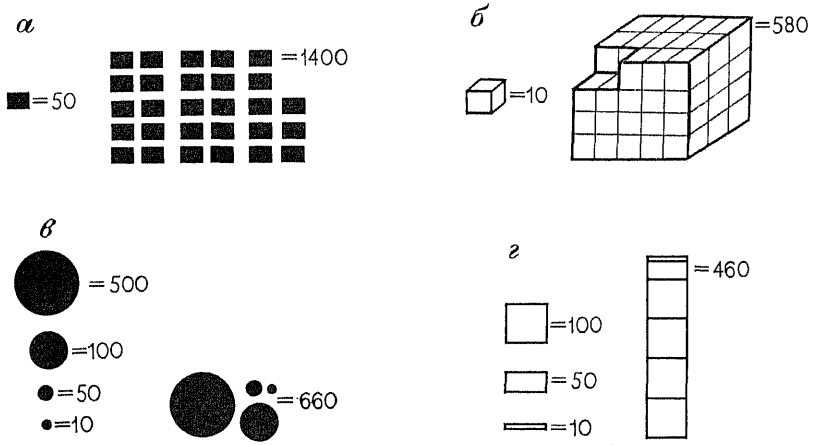


Рис. 142. Примеры диаграммных фигур, облегчающих определение количественных характеристик:
а — группы равнозначных диаграммных фигур — венский способ; *б* — способ кубиков; *в* — способ «разменной монеты»; *г* — деленные столбики

Существуют также структурные диаграммы в виде прямоугольника, круга, кольца, разделенные на части соответственно качественному и количественному показателю изображаемого явления, звездные структурные диаграммы, у которых длина лучей, расходящихся от центра фигуры, пропорциональна количественным характеристикам явления (рис. 143).

Способом картодиаграммы можно отобразить динамику развития явления, применяя способ наращивания и разную окраску фигур. Могут использоваться и другие способы.

Основные требования к оформлению карт способом картодиаграммы сводятся к следующему:

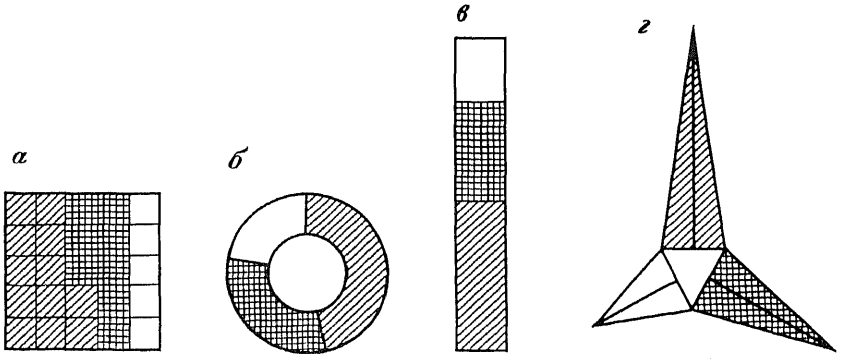


Рис. 143. Примеры структурных диаграмм:
а — квадрат; *б* — кольцо; *в* — столбик; *г* — звездная диаграмма

диаграммы должны быть достаточно броскими и в то же время соответствовать установленной для данной карты разноплановости передачи содержания;

должно быть хорошее цветовое различие частей диаграммы при ее структурном строении.

Выполнение этих требований может быть обеспечено при учете условий, способствующих достижению хорошей читаемости знаков на цветных фонах.

Важным элементом содержания картодиаграммы являются границы территориальных делений, к которым приурочены диаграммные фигуры. Прочие же элементы содержания карты снижают четкость картодиаграммы. Поэтому желательно элементы основы давать вторым планом.

К. А. Салищев выделяет способ локализованных диаграмм — диаграмм, отнесенных к определенным пунктам, точкам и площадям, которые характеризуют сезонные и другие периодические явления (рис. 144). Отличие локализованных диаграмм от структурных значков состоит в том, что локализованные диаграммы дают характеристику явлений повсеместного или линейного распространения, а значковый способ — харак-

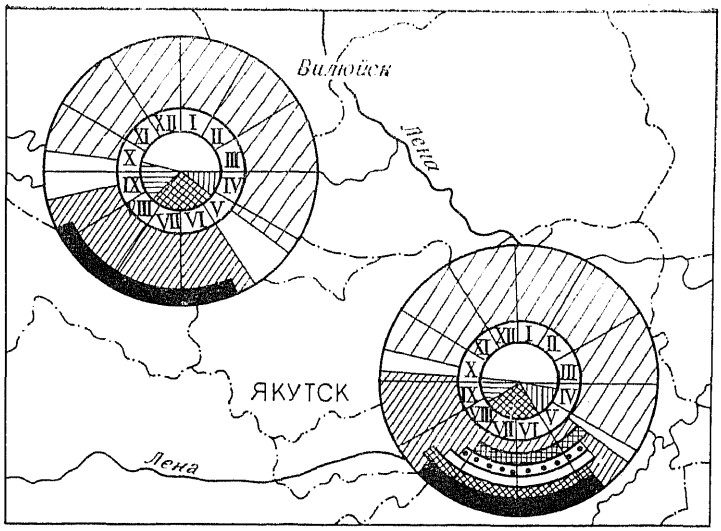


Рис. 144. Структурная локализованная картодиаграмма (на основе фенологической карты из Атласа Якутской АССР, М., 1981)

теристику, сосредоточенную в определенном пункте. Требования к их оформлению аналогичны требованиям к структурным значкам.

Способ картограммы

При способе картограммы количественные характеристики, так же как при способе картодиаграммы, отображаются в пределах какого-либо территориального деления, но только не в абсолютных, а в относительных показателях. Каждую территориальную единицу закрашивают или заштриховывают так, чтобы по интенсивности окраски или штриховки (см. рис. 146, *а*) можно было определить количественную характеристику отображаемого явления. О приемах фонового оформления карт способом картограммы говорится в гл. 17. Но необходимо отметить и другие варианты оформления по способу картограммы, например, структурными диаграммными фигурами, расположенными в центре территориальной единицы (рис. 145, *а*), или структурными линиями, покрывающими площади территориальных единиц (рис. 145, *б*). Количественные характеристики передаются шириной структурных линий, качественные характеристики — цветом или рисунком штриховки. В этом случае важно, чтобы структурные линии хорошо отличались друг от друга. Применяются и картограммы, построенные по принципу блок-диаграммы, когда столбики строятся по всей площади территориальной единицы (рис. 146, *б*). Высота столбиков пропорциональна относительной величине количествен-

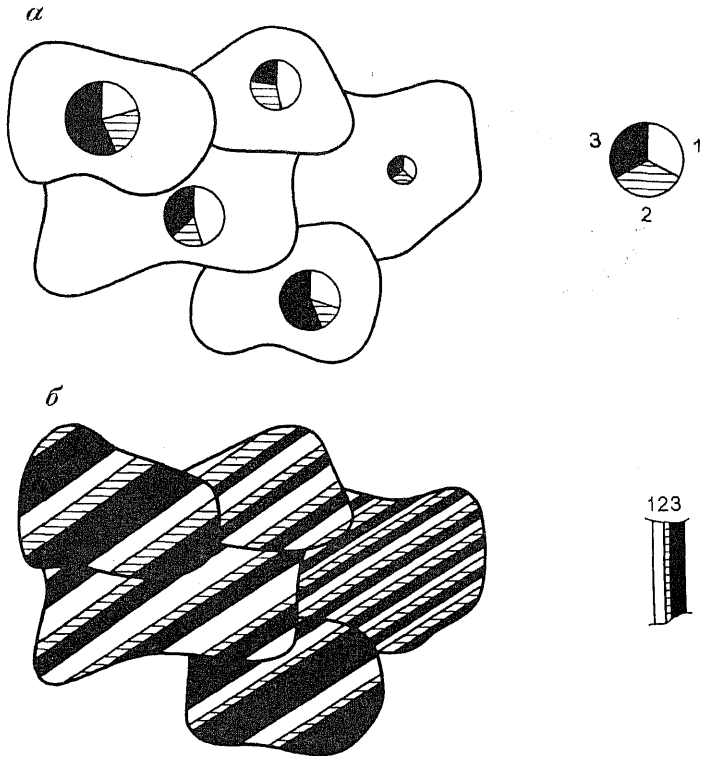


Рис. 145. Примеры структурных картограмм:
а — с использованием диаграммных фигур; *б* — структурных полос

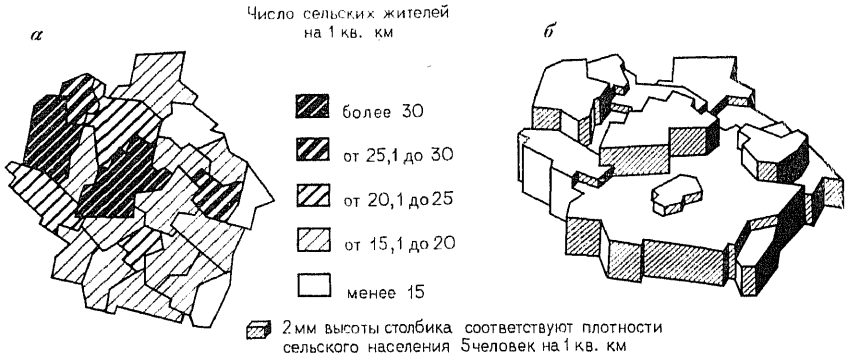


Рис. 146. Картограммы плотности сельского населения Тамбовской области:
а — выполненные штриховками различной интенсивности; *б* — в виде блок-диаграммы

ного показателя. Для лучшей читаемости применяется затенение граней столбиков из расчета северо-западного направления освещения.

Блок-диаграмма создает картину условного перспективного изображения. Это достигается за счет перевода прямоугольной сетки в ромбическую и построения на ее основе трехмерной картографической модели.

Рассмотрим принцип построения блок-диаграммы на примере карты «Плотность сельского населения Тамбовской области».

Картографическое изображение ориентируется так, чтобы наибольшие количественные показатели отображаемого содержания оказались в верхней части карты. По нему вычерчивается прямоугольная сетка (рис. 147, *а*). Далее строится ромбическая сетка с острыми углами в 60°, на которую переносится изображение с прямоугольной сетки, и вычерчивается линия вертикального масштаба (рис. 147, *б*). На трансформированное таким образом изображение накладывается прозрачная основа (пластик или восковка) с нанесенной линией вертикального масштаба. Совместив на просвет нулевые отметки вертикальных масштабов, переносят на прозрачную основу контура с нулевым показателем. Затем сдвигают на одно деление вниз прозрачную основу и переносят на нее контура с показателем 1. Опускают прозрачную основу еще на одно деление и переносят контура с показателем 2 и т. д. На карте «Плотность сельского населения Тамбовской области» за нулевой контур принимается граница самой области, а в связи с отсутствием контуров 1 и 2 перенесение на прозрачную основу начинается с контура 3 (после опускания прозрачной основы на третье деление шкалы вертикального масштаба).

Более удобно начинать перенесение контуров с самыми большими численными показателями, тогда прозрачную основу нужно будет не опускать, а наоборот — поднимать. Это облегчит окончательную рисовку, так как исключит лишнюю работу по перенесению низких участков, которые загораживаются более высокими.

Если на блок-диаграмме необходимо показать рельеф, за основу принимается изображение рельефа горизонталями. Третье измерение передается посредством построения профилей рельефа или поднятием горизонталей с последующей прорисовкой форм рельефа.

Вертикальный масштаб можно строить с постоянным или переменным интервалом, в зависимости от поставленных задач.

Сочетание разных способов

На тематических картах часто приходится отображать несколько площадных, линейных и локальных объектов с их качественными и количественными характеристиками, поэтому

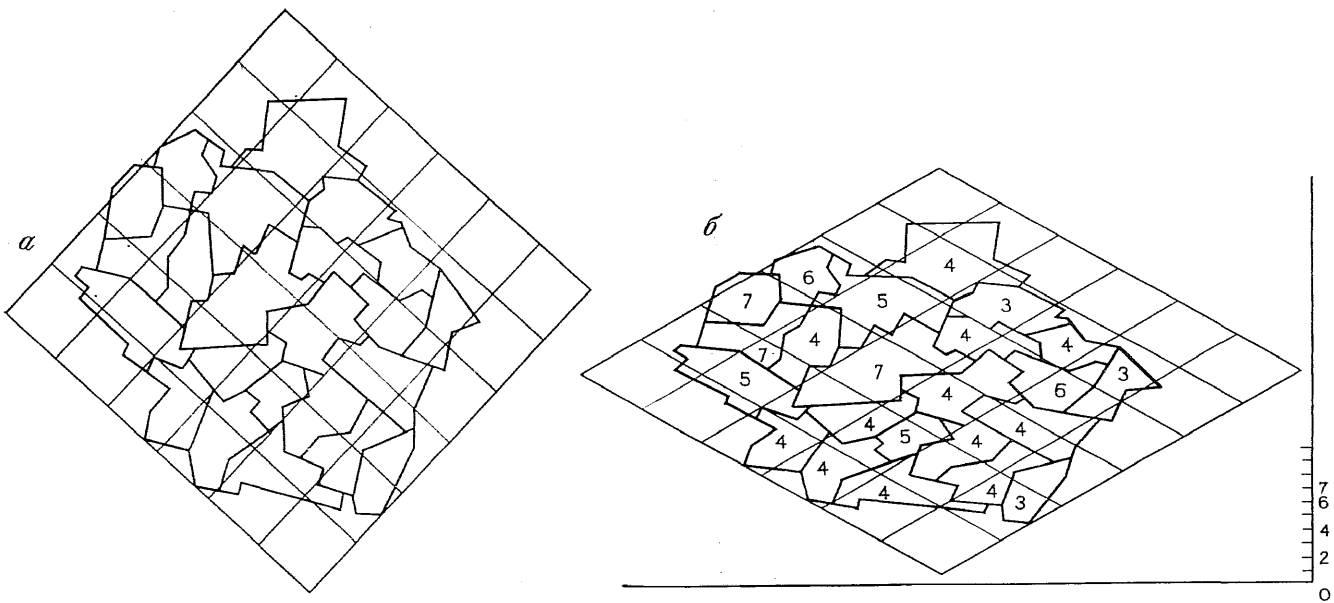


Рис. 147. Пример трансформирования прямоугольной сетки в ромбическую при построении блок-диаграммы для карты «Плотность сельского населения Тамбовской области»:
а — прямоугольная сетка; *б* — ромбическая сетка

при разработке оформления нужно рассматривать все содержание карты в комплексе и учитывать возможные положительные и отрицательные моменты оформления как со стороны размера, цвета и формы условного знака, так и цвета фона. Наиболее простыми являются рекомендации в отношении хорошей читаемости линии, значка или диаграммы на однородном фоне. Труднее разработать одинаково хорошую читаемость в тех случаях, когда условные обозначения одной значимости попадают на фон разного цветового тона, насыщенности и светлоты. В данном случае для нахождения наиболее удачного оформления лучше всего выполнить предварительные эскизы.

Применяя на карте разные способы оформления, необходимо разнообразить приемы их исполнения. Например, при значковом способе неудачно изображение ареалов тоже значками. В этом случае лучше закрасить площадь ареала или оконтурить его линией. Если же на карте одновременно показываются в большом количестве линейные знаки и ареал, последний лучше показать значками или окрасить его площадь без линии оконтуривания, т. е. для разных объектов не следует использовать однотипные рисунки, а также одинаковые цвета.

§ 109. ПОНЯТИЕ О «ЛАНДШАФТНОМ» ОФОРМЛЕНИИ КАРТ

Ландшафтом называется участок поверхности суши, окаймленный естественными границами, в пределах которых природные компоненты (горные породы, рельеф, климат, воды, почвы, растительность, животный мир) образуют взаимосвязанное и взаимообусловленное единство.

Часто мы не связываем этот термин со строгим научным понятием. Ландшафт понимается обычно как внешний вид самой местности. Изображение на одной карте всех элементов природы, входящих в научное понятие о ландшафте, не представляется возможным, однако совокупная передача некоторых из них, например рельефа, гидрографии и растительности, — явление самое обычное.

При этом язык картографического отображения может быть весьма различным: полностью условным, полуусловным или близким к картинному. Как правило, элементы природы передаются на картах условно или полуусловно, и карты не дают нам представления о внешнем виде местности. Чтобы дать читателю карты возможность получить наглядное представление о местности, близкое к действительности, применяют приемы оформления, родственные живописным.

Метод оформления, позволяющий наглядно передать внешний вид местности, создающий представление о ландшафте почти без помощи легенды, называют «натуралистическим оформлением ландшафта на картах» или, несколько условно, «ландшафтным» оформлением. При этом изображение ландшафта может быть самым различным — от относительно про-

стого до картинно-художественного. Так, к этому виду оформления можно отнести и картосхемы с элементарным штриховым рисунком, и красочные живописные научно-художественные картографические произведения. Сюда же можно отнести и объемные картографические изображения, например, модели рельефа с наглядным изображением растительности.

Обычно ландшафтными называют карты, показывающие размещение тех или иных географических ландшафтов. Но не на всех картах с изображением ландшафта применяется способ «ландшафтного» оформления. Изображение ландшафта на картах будет тем больше приближаться к картинному, чем полнее будут использованы в оформлении следующие принципы живописи *.

1. Достижение возможно большего цветового сходства элементов ландшафта на карте и на местности и как следствие — отражение постепенности перехода из одной природной зоны в другую, если нет очень резких различий в самой природе.

2. Достижение максимально возможного по условиям масштаба и назначению карты сходства рисунков рельефа, лесного покрова и других элементов с их естественными характерными формами в природном ландшафте при наблюдении их в зависимости от принятого варианта оформления: сверху, в «полуперспективе» или в профильном изображении.

3. Сведение к возможному минимуму масштабной диспропорции между размерами форм рельефа и знаков растительного покрова. (Кстати, в этой диспропорции заключается внешнее различие с пейзажной живописью). Минимальные размеры рисунков растительности на карте определяются возможностью узнавания их с близкого расстояния, а также назначением карты.

4. Отображение природных цветовых и световых эффектов:

а) использование в той или иной степени эффекта воздушной перспективы — важного принципа пейзажной живописи,

б) отражение на карте цветовой изменяемости природного колорита в зависимости от высоты участков склона, обращенных к заходящему солнцу,

в) передача иллюзии освещенности не только на световых склонах, но и на вершинах отрогов теневой части хребтов,

г) передача падающих теней и рефлексов,

д) соблюдение цветовой изменяемости теней в зависимости от высоты их расположения при условии рассматривания гор сверху вниз.

Использование принципов живописи присуще не только способам ландшафтного оформления, они в значительной мере могут быть применены при цветовом оформлении рельефа, а частично и при других видах оформления карт.

---

* *Скворцов П. А.* О применении в картографии принципов живописи. — Вопросы географии. М., 1950, сб. 22.

Способы изображения ландшафта при натуралистическом оформлении

При большом внешнем разнообразии карт с натуралистическим оформлением ландшафта можно выделить три принципиально различных варианта получения изображения. В основу отличия следует положить два признака: характер принятой картографической проекции, а следовательно, и географической основы и ракурс изображения рельефа (главным образом горного), а на некоторых картах также и других объектов (чаще — строительных сооружений).

В данном случае выделяют две категории проекций: 1) перспективные, создающие впечатление перспективного (картинного) построения географической основы, а следовательно, и ощутимое изменение масштабности с удалением от переднего плана (перспективная основа); 2) проекции, создающие впечатление планового, а не картинного, построения географической основы (плановая основа).

Исходя из этого, выделяют следующие способы натуралистического оформления ландшафта.

1. Ландшафтное оформление с плановым изображением рельефа на плановой основе.
2. Ландшафтное оформление с перспективным изображением объектов (гор, строений и т. п.) на плановой основе.
3. Ландшафтное оформление с перспективным изображением объектов на перспективной основе.

Общая оценка карты с ландшафтным оформлением во многом зависит от того, как решено оформление растительного покрова. Изображение растительности и некоторых других объектов может быть выполнено разными способами, независимо от характера самой основы и ракурса изображения рельефа.

Виды оформления растительного покрова

Самым простым оформлением растительности является фоновая окраска с использованием природного колорита при полном отсутствии дополнительного рисунка, например крон деревьев. Сочетание фоновой окраски со светотеневым изображением рельефа должно создавать единую цветовую картину и производить впечатление вида на местность с очень большой высоты, например из космоса, когда кроны деревьев уже не различаются.

В противоположность ровной фоновой окраске может быть использован штриховой рисунок без фоновой окраски угодий. Рисунок леса дается иногда в виде часто расставленных отдельных деревьев, но чаще рисуется контур крон целой группы деревьев со штриховым подтенением.

Часто для отображения сплошных лесных массивов используется сочетание живописной фоновой окраски со штриховым рисунком как в виде цепочки силуэтов крон (вершин), так и

в виде профильных рисунков групп деревьев. Таким дополняющим рисунком нетрудно показать лиственные, хвойные или смешанные леса и другие особенности растительного покрова. Различной частотой и характером расположения силуэтов деревьев можно создавать впечатление хребтов, даже не прибегая к отмывке теней.

Наибольшую наглядность и живописность позволяет получить оформление растительного покрова по принципу пейзажной живописи. Здесь картограф-художник может, как живописец, вносить в изображение рельефа и растительности то богатое разнообразие красок и форм, которые так свойственны природе. Особенно красива карта при условии низкого бокового освещения местности, принятого при отмывке рельефа, т. е. когда создается эффект скользящих по вершинам деревьев лучей солнца при погружении большей части лесного массива в тень.

Использование ландшафтного оформления на картах

Натуралистическое изображение местности было характерно для старинных карт (вплоть до XIX в), на которых рельеф, другие объекты, как правило, изображались перспективным рисунком. Ландшафтное оформление широко применялось и на более поздних топографических картах (рис. 148). В последние десятилетия различные виды натуралистического оформления ландшафта с успехом используются на картах самого разного назначения, чему способствуют общее развитие полиграфии, возможность использования материалов аэрофото- и космических съемок.

Своеобразное применение этого способа было разработано Э. Райсом (США). Им была предложена подробная легенда рисунков (свыше 40), отражающих типы ландшафтов (рис. 149). Сущность способа сводится к тому, что обычная плановая основа карты разбивается на участки по характеру морфологии ландшафтов и эти участки заполняются перспективными рисунками согласно установленной легенде. Способ оформления карт, разработанный Райсом, обычно называют физиографическим. С применением перспективного рисунка теперь создаются и геоморфологические карты подводного рельефа.

В настоящее время благодаря своей наглядности весьма распространенными становятся туристские карты и картосхемы с ландшафтным оформлением. При этом используются все три варианта ландшафтного оформления и различные приемы изображения растительности. Создаются такие карты и с использованием фотографий из космоса. Карты с ландшафтным оформлением включаются в атласы широкого потребления.

Большое значение имеет способ ландшафтного оформления при создании карт для детей, поскольку наглядность изображения здесь особенно важна. Примером могут служить цветные

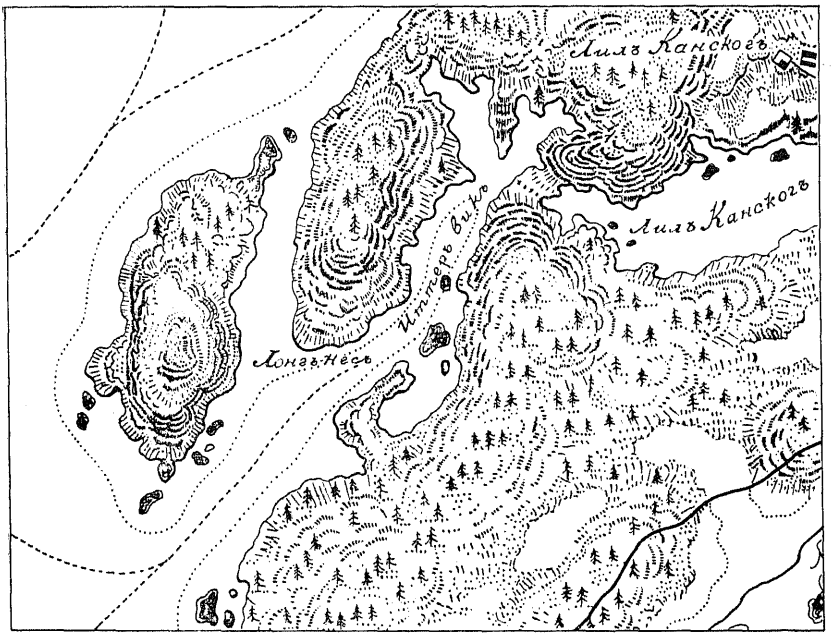


Рис. 148. Часть одного из листов топографической мензульной съемки Финляндии, начатой в 1810 г. (воспроизведена с уменьшением)

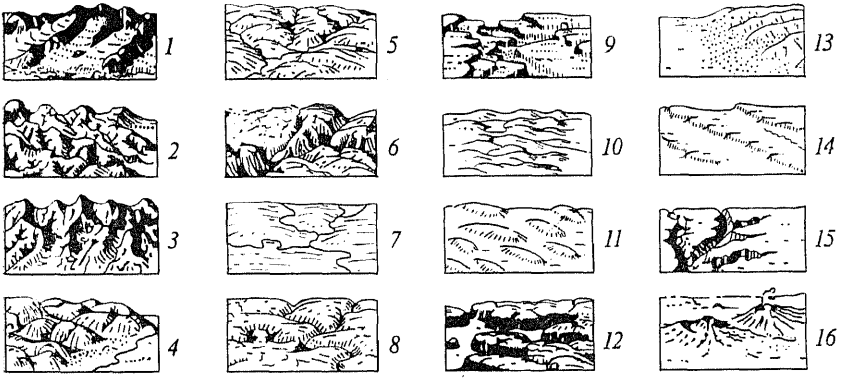


Рис. 149. Перспективные знаки для основных морфологических ландшафтов (по Э. Райсу):

1 — ледники (глетчеры), *2* — высокогорье, *3* — высокогорья альпийские, *4* — среднегорья, *5* — холмистые области, *6* — омоложенные горы, *7* — остаточная равнина (пенаплен), *8* — остаточная равнина, подвергшаяся омоложению, *9* — лёссовые области, *10* — моренный ландшафт, *11* — друмлины, *12* — фьорды, *13* — аллювиальная подгорно-веерная равнина, *14* — куэсты, *15* — плато, омоложенное в аридных условиях, *16* — вулканы

живописные карты природных зон в некоторых атласах для младших классов, а также стенные школьные карты с натуралистическим оформлением природных зон.

Перспективно использование принципов живописи и при создании карт агитационно-пропагандистского назначения, наглядно отражающих природу нашей Родины. Примером здесь являются демонстрационные живописно-ландшафтные карты, созданные в МИИГАиК под руководством П. А. Скворцова. Главное достоинство и новизна этих произведений — в органичном слиянии строгих принципов проектирования картографических произведений с принципами пейзажной живописи, в результате чего научное произведение приобретает свойства произведения искусства.

Сочетание двух начал — науки и искусства — должно иметь место и при создании всех других карт с натуралистическим ландшафтным оформлением.

§ 110. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОФОРМЛЕНИЯ КАРТ

Разработка графического и красочного оформления карты входит в этап редакционно-подготовительных работ. Редактор карты, определив общие задачи, разработав программу и легенду карты, дает задание картографу-художнику, в котором определяет задачи оформления и сообщает основные сведения о создаваемой карте: назначение, способ использования, вид и специфика картографируемых объектов и явлений и их распределение по территории, характер отображаемых показателей (количественные и качественные характеристики, абсолютные и относительные величины, характер динамики), наиболее важные объекты. Редактор рекомендует способы картографического отображения, условные знаки и цвета красок из расчета наиболее рациональной технологии издания карты.

При решении задач оформления большое значение имеет анализ ранее изданных родственных карт, с тем чтобы использовать удачные приемы и избежать повторения ошибок. Анализ и оценку оформления с учетом типа проектируемой карты выполняют по схеме: соответствует ли оформление карты ее тематике, назначению, способу использования; особенности композиции; правильность выбора способов отображения для общегеографического и тематического содержания; правильность подбора условных обозначений по размеру, цвету, рисунку; фоновое и шрифтовое оформление; увязка всех элементов; окончательная оценка с указанием положительных и отрицательных качеств оформления.

При проектировании оформления карты учитывают разделение содержания на общегеографическое и тематическое и дальнейшее его разделение на смысловые группы (гидрографию, населенные пункты, пути сообщения и т. д.). Учитывают, что

смысловые группы, в свою очередь, состоят из родственных элементов содержания, например, границы: государственные, республиканские, краевые, областные. Применяя разнообразные приемы, делают четко различными по оформлению общегеографические элементы от тематических и одну смысловую группу от другой, но внутри каждой смысловой группы выдерживают единый характер оформления, используя один цвет и однотипный рисунок условных обозначений. При проектировании оформления учитывают все изобразительные средства, применяемые в картографии, их особенности и возможности и выбирают наиболее подходящие для данного случая.

Оформление штриховых условных обозначений выполняют с учетом их значения в содержании карты, так чтобы изображение второстепенных объектов не мешало восприятию главных. Не обязательно разрабатывать снова все условные обозначения: форму удачных знаков, к которым читатель карты привык, менять не следует — это облегчит восприятие содержания. Для многих карт установилась определенная традиция в применении рисунка и цвета для отдельных условных знаков и фоновых окрасок. Например, черный квадрат — каменный уголь, якорь — морской порт, стандартные цветовые окраски на геологических, тектонических и других картах не только в советской, но и в зарубежной картографии.

Одним из важных элементов оформления являются шрифты, на отдельных картах надписи занимают значительную площадь. От правильного выбора размеров, рисунков и цвета условных обозначений и надписей зависят читаемость карты и ее информативная емкость. При выборе шрифтов учитывается опыт применения тех или иных шрифтов на других картах, традиционность использования их для отдельных элементов карты. Не исключается также возможность конструирования новых хорошо читаемых, компактных и легко воспроизводимых в печати шрифтов.

Разрабатывая шрифтовое оформление, учитывают смысловые группы условных обозначений, подбирая по возможности для каждой группы свой шрифт характерного рисунка и цвета.

При разработке шкалы шрифтов отдельной смысловой группы учитывают необходимость отличия в ней одной градации от другой, что достигается за счет изменения рисунка и особенно размера шрифта.

Главное при разработке фонового оформления — чтобы оно наилучшим образом соответствовало смысловому значению содержания карты, правильно отражало связи с другими элементами. При выборе цветов фона учитывают возможные ассоциации с изображаемым явлением, подбирают цвета так, чтобы их отличие друг от друга, броскость соответствовали назначению карты, чтобы цветовые сочетания были по возможности гармоничными и не затрудняли читаемость штриховых элементов.

Для карт с изображением рельефа редактор выбирает наиболее удобный, в соответствии с назначением карты, способ отображения рельефа, а картограф-художник разрабатывает для него штриховой рисунок или гипсометрическую окраску.

При проектировании решается также вопрос оформления внешних элементов карты (рамки, заголовка и др.): их общий стиль, взаимное расположение, размеры, цвет.

Важным вопросом является взаимная согласованность элементов штрихового оформления между собой и с фоновыми элементами, единство характера оформления карты. Для атласов или серий карт также необходимо единое оформление. Эта задача может быть значительно облегчена, если будут разработаны в программе серии карт или атласа единые установки по общей технологии создания карт, включающие и указания по оформлению карт.

Проектирование оформления карты осуществляется в разном объеме в зависимости от того, создается ли карта впервые, идет ли серия однотипных карт или переиздание карты. Если карта новая, то на основе анализа в соответствии с легендой, разработанной редактором, и его заданием картограф-художник, начиная с главных элементов, выбирает способы отображения, разрабатывает условные обозначения, окраску карты, подбирает шрифты.

Предложенный вариант штрихового оформления выполняется в виде таблицы условных обозначений, построение которой традиционно в размещении содержания, в применении определенных шрифтов для надписей и оцифровок. Условные обозначения утверждаются редактором карты, старшим и главным редактором. После того как они будут одобрены, картограф-художник приступает к выполнению экспериментальных образцов карты на участки с характерными сочетаниями элементов картографирования. Если необходимо полное представление об оформлении карты, выполняется авторский оригинал. Образцы карт и авторские оригиналы выполняются в основном для новых карт. Работа картографов-художников значительно облегчается использованием специальных альбомов: фотонаборных условных знаков, картографических шрифтов, сочетания красок и др. При проектировании крупных картографических произведений выполняют красочные пробы экспериментальных образцов.

§ 111. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КАРТ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ АТЛАСОВ

Проектирование оформления атласов — картографических произведений, составленных по единой программе и определенной системе, — заключается в первую очередь в разработке единых способов передачи содержания и отображения качественных и

количественных характеристик в виде единых условных обозначений, шрифтового и красочного оформления для карт атласа.

Географические атласы разнообразны по тематике, назначению, охвату территории. Они могут быть посвящены одной какой-либо теме (общегеографические, физико-географические и др.) или их комплексу (национальные атласы, комплексные атласы республик, областей и др.). Атласы могут предназначаться для учебных, научно-справочных, практических целей, а по охвату территории — отображать мир, государства, регионы, области, города и др.

При оформлении карт атласа можно использовать небольшое количество способов оформления, если атлас состоит, например, из одних общегеографических карт, близких по масштабу, и все средства отображения — при оформлении комплексных атласов.

При разработке оформления карт атласов необходимо стремиться к унификации условных обозначений. Это способствует лучшему восприятию содержания, возможности сопоставления однотипных карт и сокращению сроков их создания. В картографическом производстве при создании атласов и серий карт применяются типовые карты-основы. В свою очередь, оформление тематических карт уникального содержания лучше выполнять в только им свойственной манере. При необходимости применения одного и того же способа оформления разных элементов содержания на различных картах для лучшего их распознавания и запоминания необходимо изменять форму и цвет знака.

Например, если несколько карт оформляются способом картограммы, то цвета картограмм должны хорошо отличаться друг от друга. Если часто применяется способ картодиаграммы, то кроме изменения цвета необходимо изменять рисунок диаграмм.

Условные обозначения и шкалы окраски для карт разрабатываются на стадии проектирования атласа. Условные обозначения сводятся в таблицы условных знаков, цвета — в шкалу цветового охвата, которая печатается на станке теми красками, которые предусмотрены технологией издания атласа. Эти два документа являются основой при разработке оформления каждой карты атласа.

Оформление атласа и его карт должно быть едино по художественным приемам и четко выражать главную тему атласа. В зависимости от назначения атласа и объема передаваемой информации варьируются размеры и рисунки условных обозначений. На картах учебных атласов они более крупные и наглядные, на картах справочных атласов — более мелкие и условные. Для атласов массовых изданий на основе обобщения многолетнего опыта разработаны единые указания по их структуре, содержанию карт, технологии создания, оформлению. Выполнение

указаний обязательно при создании атласов данного типа. Унифицированные условные обозначения и окраски для атласов распространяются и на настенные карты одинаковых с ними тематики и назначения — это является обязательным требованием при их оформлении.

Глава 23
ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КАРТ

§ 112. ОФОРМЛЕНИЕ УЧЕБНЫХ НАСТЕННЫХ КАРТ

Учебные карты выделяются в самостоятельную группу на основании их особого назначения, общности методики создания, широкого распространения. Они являются наглядными пособиями при изучении ряда наук, в первую очередь географии и истории.

По содержанию могут быть общегеографическими или тематическими (физические, экономические, исторические, политические и др.).

Указания по созданию учебных карт и, в частности, по их оформлению основаны на требованиях, предъявляемых школой, главными из которых являются: максимальная наглядность, выразительность, хорошая читаемость и привлекательность. Наглядное картографическое изображение учащиеся воспринимают быстрее, чем текст учебника.

Повышению наглядности, доходчивости, читаемости и лучшему запоминанию условных обозначений учебных карт способствуют: применение художественных условных обозначений, сходных по цвету или форме с отображаемыми объектами; пояснение условных знаков рисунками; четкие различия между условными знаками, отображающими разные объекты; выделение наиболее важных по значению объектов при помощи самых выразительных средств: характерного рисунка условных знаков, выступающего цвета и увеличения размера; изображение объектов равных или близких значений с одинаковой или близкой степенью выделяемости на карте; использование законов цветовой и теневой пластики для более выразительного изображения рельефа; применение для окраски фона карт чистых красок, четко различающихся и в целом хорошо гармонирующих между собой; использование для фоновой окраски цветов, способствующих выделению на первый план значков первостепенной важности; некоторое укрупнение условных обозначений и утрирование изображения с тем, чтобы улучшить видимость изображения с дальних рядов класса; унифицирование штриховых условных обозначений и фоновых окрасок для отображения одних и тех же объектов на картах одной серии, в атласах и настенных картах одинаковой тематики.

Оформление физических учебных настенных карт с краеведческой нагрузкой

Самую большую группу при делении школьных карт по содержанию составляют физические карты. Несмотря на традиционное название «физическая», по своему содержанию эти карты являются общегеографическими, так как на них наряду с изображением гидрографии и рельефа в равной степени показаны населенные пункты, пути сообщения, государственное и административно-территориальное деление. Задачи комплексного изучения отдельных районов предусматривают расширение содержания школьных физических карт за счет помещения некоторых специальных данных. Так, например, на физических школьных картах показываются месторождения полезных ископаемых, краеведческие и другие сведения.

На учебных картах с краеведческой нагрузкой (рис. 150) при оформлении рельефа предъявляется требование хорошей читаемости гипсометрических слоев и основных высотных поясов: низменностей, возвышенностей, горных районов. Важно также, чтобы на учебных картах создавалось впечатление объемности рельефа.

Известно, что спектральные шкалы, занимающие сейчас ведущее место в оформлении рельефа на учебных настенных картах, не обеспечивают ясности расположения высотных поясов в зоне возвышенностей и гор. Этот недостаток можно устранить, используя живописные шкалы, составленные в типичных для природы цветовых тонах.

Рис. 150. Фрагмент физической карты «Литовская ССР» с краеведческой нагрузкой для средней школы (М., 1982 — воспроизведено с уменьшением)

Привлекательность оформления карты во многом зависит от послойной окраски и плавной смены окраски соседних ступеней. Это условие находится в противоречии с требованием отчетливой различимости слоев. Решить данную проблему можно также с помощью живописных шкал. Поскольку в живописных шкалах происходит значительная смена цветовых тонов, они позволяют достигать удовлетворительной различимости ступеней, даже не прибегая к большим различиям в светлоте между ними. В то же время богатство оттенков, связь их с природными цветами способствуют достижению большой выразительности оформления. Наиболее убедительно это проявляется при дополнительном применении светотеневых эффектов и особенно когда рельеф на изданной карте получают с оригинала сплошной отмывки рельефа.

При оформлении гидрографии даже небольшие реки на учебных картах читаются обычно хорошо за счет их довольно большой толщины (0,4 мм в истоке) и синего цвета, обеспечивающего большой контраст с фоном. Хорошо прослеживаются судоходные участки рек, изображаемые в две линии с просветом 0,4 мм, окрашенным голубым цветом водных пространств.

При оформлении населенных пунктов характеристика поселений по числу жителей передается размером и рисунком пунсона и надписи, административное значение — окраской пунсона в красный цвет (пунсоны прочих населенных пунктов не окрашиваются), по типу поселения — рисунком шрифта надписи.

С удалением от карты очень быстро ухудшается читаемость населенных пунктов, еще быстрее падает различимость внутреннего рисунка пунсонов. Поскольку увеличение размеров знаков не всегда представляется возможным, для улучшения читаемости пунсонов можно предложить следующее: синий цвет пунсонов лучше заменить черным, так как черный цвет создает больший контраст с фоном; знаки последней градации давать не менее 4 мм в диаметре; несколько увеличить толщину обводки пунсонов, например, толщину пунсонов трех верхних градаций довести до 0,8 мм.

Из путей сообщения на физических учебных картах обычно показываются железные и безрельсовые дороги (черным цветом, в одной градации). Знаки различаются по рисунку: железные дороги — две параллельные линии с шашками заливок, безрельсовые — две параллельные линии. Читаемость дорог, как и других штриховых условных знаков, зависит от их светлотного и цветового контраста с фоном. Поэтому при необходимости увеличить читаемость знака, наряду с увеличением его размера (что возможно до определенного предела), важно подобрать наилучший светлотный контраст, который индивидуален для каждой карты.

Границы показываются штриховым условным знаком стандартного рисунка в соединении с окантовкой. Красный цвет

окантовки обеспечивает хорошую читаемость границ, но значительно огрубляет общее оформление карты, затрудняет чтение горного рельефа и даже искажает его высотность. Поэтому этот цвет лучше применять для карт с равнинным рельефом. Примерно такой же эффект получается от пурпурного и теплого коричневого цветов окантовки. Лучший результат дает применение серовато-фиолетового и серого цветов.

Для показа полезных ископаемых на учебных картах применяется системный значковый способ. Отклонение от системы нежелательно, так как применение разных значков для одних и тех же полезных ископаемых на разных картах привело бы к плохому их запоминанию учениками. В этой стабильной системе для отображения полезных ископаемых взяты, главным образом, значки геометрической формы с добавлением внутреннего структурного рисунка (более 30 видов). Все условные знаки полезных ископаемых показываются черным цветом довольно крупного размера. Они разбиты на три группы: топливно-энергетические, металлические, неметаллические. Рисунки значков в одной группе стараются подобрать так, чтобы они имели одинаковую форму, а внутри группы отличались бы однотипным внутренним структурным рисунком. Например, различные виды песка имеют различное количество точек внутри квадрата, а различные виды глины — различное количество черных и белых линий по диагонали квадрата.

Наилучшую читаемость имеют условные знаки, заполненные черным цветом. Улучшение читаемости незалитых знаков может быть достигнуто за счет печати их не по фону карты, а с выбором окраски под ними, т. е. по белому фону.

Для физических карт с краеведческой нагрузкой все перечисленные ранее элементы имеют такое же важное значение, как и краеведческая нагрузка. Показ на карте многих объектов одинаковой степени броскости на цветном фоне — задача сложная. Сложившийся в результате многолетнего опыта стиль оформления позволил провести унификацию и краеведческих знаков. В отличие от условных знаков полезных ископаемых они выполнены натуралистическим и символическим рисунком, а для улучшения читаемости обведены окружностью, внутри которой дается цветной фон, разный для каждой группы объектов. Так, у объектов, связанных с революционными событиями, фон закрашивается красным цветом, с историей — желтым, с природой — зеленым. Таким образом проводится четкое разграничение между черными геометрическими условными знаками полезных ископаемых и наглядными значками объектов краеведения.

Одна из основных задач при проектировании оформления карт с краеведческой нагрузкой заключается в том, чтобы добиться достаточно хорошей читаемости разных цветных знаков на цветном гипсометрическом фоне. Это можно сделать, увеличив цветовой и светлотный контраст между фоном и знаком

при условии, что из-под знаков будет «изъята» гипсометрическая окраска.

Необходимым элементом всех карт являются надписи. При разработке шрифтового оформления учебных карт нужно особенно внимательно подходить к выбору шрифтов для надписей, учитывая при этом требования школы.

Значение надписей на настенных картах определяется методистами школы по-разному. Некоторые полагают, что надписи должны читаться издали. Другие, наоборот, считают, что крупные, «тяжелые» надписи мешают читать содержание карты, и поэтому необходимо давать названия с расчетом на читаемость вблизи.

Очевидны преимущества тех шрифтов, которые не мешают чтению основного содержания карты, не закрывают собой рек, дорог, рельефа. Поэтому вопрос о подборе шрифтов для настенных школьных карт нужно решать так, чтобы надписи читались вблизи, а не на расстоянии нескольких метров.

В настоящее время на школьных картах применяют сравнительно ограниченное количество шрифтов и закрепляют их за определенными элементами карты. При этом чем больше величина реки, города или другого объекта, тем более крупным шрифтом он подписывается. Применяются в основном средне- и малоконтрастные шрифты без подсечек с немного зауженными буквами, в достаточной степени броские, хорошо читающиеся и в то же время не очень загружающие карту.

Оформление экономических учебных настенных карт

Среди большого разнообразия учебных карт широкое распространение получили экономические карты. В содержании экономической карты центральное место занимают промышленность (обрабатывающая и добывающая), электростанции, транспорт и сельское хозяйство, являющиеся основными отраслями народного хозяйства. Помимо этого, на экономических картах показываются общегеографические элементы содержания (рис. 151).

На учебных экономических картах промышленность, как правило, отображается значковым способом. Масштабность значков (кружков или колец) обрабатывающей промышленности дается в соответствии с количеством проживающих в населенном пункте жителей (размер значка — от 12 до 45 мм в диаметре).

На большинстве карт ободок кружка выполняют черным цветом, реже — синим. Толщина ободка изменяется от 0,55 мм в нижней градации до 0,8 мм в верхней градации. Обычно крупные промышленные центры в зависимости от количества отраслей производства делятся на 4—6 секторов, средние — на 2—4, прочие — на 2—3. Характеристика обрабатывающей про-

мышленности по отраслям производства обозначается определенными цветами внутри значков и их секторов.

Некоторые цвета уже стали традиционными: для машиностроительной и металлообрабатывающей промышленностей — красный цвет, лесной и деревообрабатывающей — зеленый, текстильной — голубой, пищевой — желтый и т. д. Более детальные различия внутри отрасли — род производства — передают какими-либо дополнительными приемами. Чаще всего применяют печать по окраске промышленного центра тонких штриховок

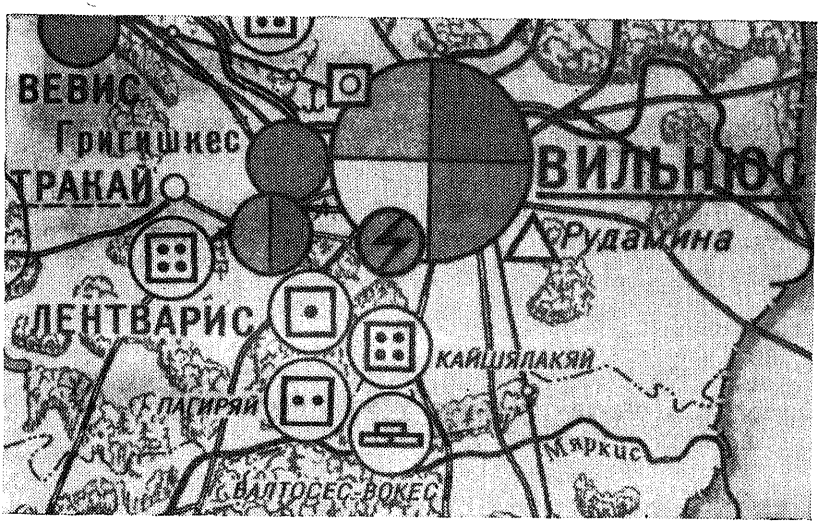


Рис. 151. Фрагмент экономической карты для средней школы «Союзные республики Прибалтики и Белорусская ССР» (М., 1982 — воспроизведено с уменьшением)

черного цвета, мало заметных на расстоянии (особенно на темноватых окрасках). Рисунки штриховок часто не отличаются между собой по светлоте — густота линий и толщина их одинаковы, различно только направление штриховок. На некоторых картах эти различия передаются при помощи разрыва окраски промцентра белой полоской (одной, двумя, тремя), ориентированными в разных направлениях. Часто такие белые просветы даются без оконтуривания черной линией, тогда на светлых окрасках (желтой, оранжевой) они читаются слабо. Для хорошей читаемости знаков, помимо учета фактора светлотного контраста между знаком и фоном, необходимо: линии раздела между секторами выполнять не тоньше половины толщины ободка знака, а дополнительные различители — черные и белые полосы — не тоньше ободка; черные полосы располагать на светлых окрасках, а светлые — на темных; окраски секторов

размещать внутри значка таким образом, чтобы обеспечивалась заметная светлотная разница между соседними секторами.

Добывающую промышленность на учебных экономических картах показывают теми же условными знаками, что и полезные ископаемые на физических учебных картах, только они обведены окружностью, диаметр которой равен диаметру знака промпункта низшей градации. На читаемость значков добывающей промышленности большое влияние оказывает толщина их элементов и то обстоятельство, печатаются ли значки непосредственно по цветному фону или окраска под ними выбрана. В последнем случае за счет получения большого светлотного контраста читаемость значков несравненно выше.

Электростанции показывают черной окружностью, внутри которой дан рисунок, обозначающий высокое напряжение электротока. Несмотря на то что знак очень нагляден, большое количество на карте однотипных круглых знаков (промпунктов и электростанций) снижает их различимость. Это усугубляется тем, что типы электростанций (тепловые, атомные, гидроэлектростанции) выделены заливкой внутри окружности — голубой у гидроэлектростанций и красной у тепловых электростанций, одинаковой соответственно с цветом текстильной промышленности и машиностроения. Улучшить оформление в данном случае можно, изменив форму знака электростанций, например, на традиционную звездочку или значительно утолстив штриховой рисунок у промпунктов либо у электростанций (лучше у тех знаков, которых на карте меньше).

Отображение транспортных связей имеет важное значение на любой экономической карте. На учебных картах обычно показывают железные и главные безрельсовые дороги, на некоторых из них транспортировку нефти и газа по трубопроводам и электроэнергии — по линиям электропередач. Обычно на экономических картах условные знаки, отображающие транспорт, читаются значительно хуже, чем промышленность и сельское хозяйство. Улучшение читаемости знаков может быть достигнуто: увеличением толщины линий дорог до 1,2 мм; небольшим уменьшением толщины рек и снижением интенсивности их темно-синей окраски, так как из линейных элементов большой протяженности именно они, выступая на первый план, мешают чтению дорожной сети.

Производственная специализация сельского хозяйства отображается на экономических картах способом качественного фона. Очень часто по фоновой окраске выполняют дополнительные штриховки и знаки ареалов, которыми отмечают места наибольшего распространения отдельных сельскохозяйственных культур и отраслей животноводства.

Для заполнения ареалов используются символические или натуралистические значки. На школьных картах лучше применять последние. Необходимо значительно обобщать рисунок значков, так как при печати тиража узкие просветы между ли-

ниями запечатываются краской, в результате чего значки плохо различаются между собой (например, значки пшеницы, ячменя, кукурузы).

Немаловажным фактором является выбор цвета. Чаще для значков сельскохозяйственных культур применяется зеленый цвет, реже — оливковый, черный и красный. Читаемость значков во всех случаях разная. Применение черного и красного цветов нежелательно по двум причинам: броскость значков может не соответствовать значимости данных объектов среди всего специального содержания карты, кроме того, эти цвета для данных объектов нелогичны, неассоциативны. Хуже всего читаются значки зеленого цвета, одинакового с цветом леса. Поэтому для знаков сельскохозяйственных культур могут быть рекомендованы оливковый или оливково-зеленый цвета как логичные для отображения данных объектов. Очень мелкие значки на стенной школьной карте неуместны, но излишне укрупнять их не следует. Величина значков должна выбираться из расчета читаемости их вблизи и в соответствии со значимостью этих культур.

На учебных экономических картах лес показывается штриховым рисунком и может быть выполнен в виде планового или полуперспективного изображения. Основное внимание нужно уделить наглядности рисунка, его художественности и различию с фоном, передающим сельскохозяйственную специализацию.

Обычно рисунок леса на картах выполнен наглядно. Однако при отсутствии оттенения опушки с теневой стороны массивы леса как бы находятся в одной плоскости с фоном.

Для изображения рельефа наиболее целесообразным на экономических картах является способ отмывки, который обычно применяется для горных районов и выполняется нейтральным нетемным цветом.

Оформление исторических учебных настенных карт

На исторических картах специальное содержание должно читаться в первую очередь. Выделение обозначений на первый план осуществляется с помощью увеличения размеров, интенсивности окраски знаков и контраста их с фоном. Недопустимо, чтобы на исторической карте элементы общегеографической основы, например гидрография, воспринимались на первом плане или одинаково со спецсодержанием.

Знаки, применяемые на настенных исторических картах, должны передавать особенности изображаемых объектов, быть наглядными. Например, места битв обозначаются стилизованным рисунком того рода оружия, который являлся основным в данную историческую эпоху. Этот же подход к оформлению можно видеть и в рисунках условных знаков восстаний, промышленных пунктов и т. д. В отдельных случаях оформление

учебных исторических карт дополняется рисунками, иллюстрирующими содержание.

При оформлении исторических учебных карт учитывают возраст школьников. На картах для младших классов рисунков

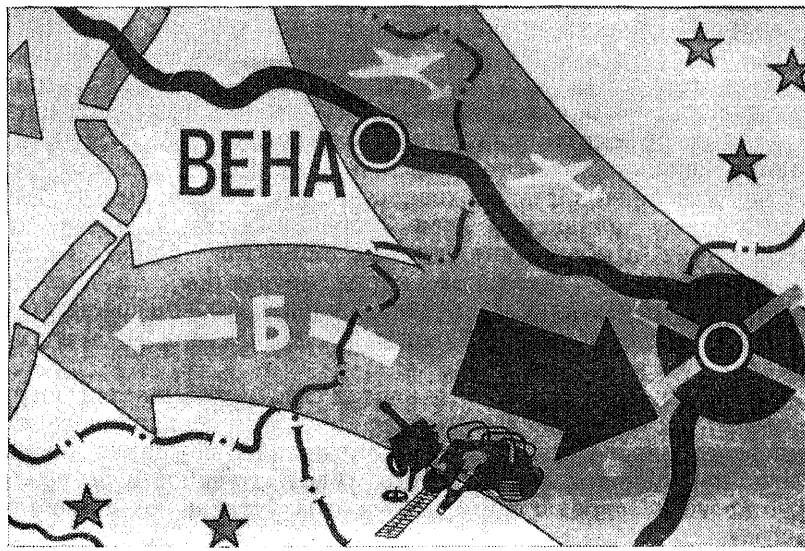


Рис. 152. Образец выполнен на основе карты «Советский Союз в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.» для начальной школы (М., 1981)

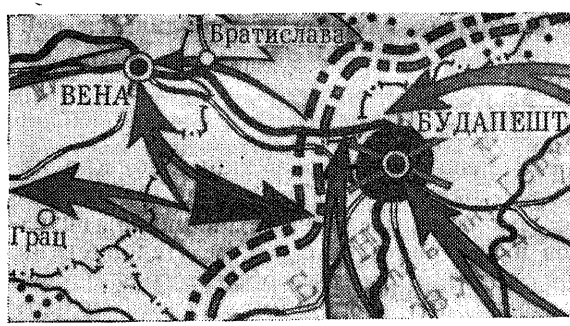


Рис. 153. Образец выполнен на основе карты «Вторая мировая война 1939—1945 гг.» для 9—10-го классов (М., 1976)

больше, они крупнее, занимательнее (рис. 152). Такое художественное оформление повышает наглядность карт, а отсюда и интерес у учащихся к изучению карты. Для старших классов информационное содержание карты увеличивается, изменяются и приемы оформления (рис. 153) — начинают преобладать абстрактные значки.

§ 113. ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ТУРИСТСКИХ КАРТ-СХЕМ

В связи с интенсивным развитием туризма существенно возросла роль туристских карт-схем. Специфика таких карт, большое разнообразие тем, которые могут быть на них отражены, необычайно широкий круг потребителей разного возраста, с самым разным уровнем знаний — все это требует большой работы над их содержанием и оформлением.

Содержание туристской карты-схемы должно быть достаточно полным, но без перегрузки излишними сведениями. Карта должна быть хорошо читаемой, наглядной, выразительной и красивой. Наглядное изображение позволяет туристу меньше обращаться за справками к легенде, а красота оформления, наряду с эстетическим воздействием, является хорошей рекламой туристской картографической продукции.

Оформление гидрографии зависит от назначения карты. Например, при разработке оформления схем водных туристских маршрутов необходимо добиваться особенно хорошей читаемости водного маршрута, выделяя его на первый план. На обзорных схемах необходимо избегать необоснованного выделения гидрографии. В этом случае применяется небольшая толщина линий и малонасыщенный цвет.

При изображении населенных пунктов на туристских картах-схемах используется большое разнообразие графических приемов. Часто применяется традиционный способ их изображения в плане и пунсонами (рис. 154, *а*) (без окраски или с окраской внутри знака), а также условное плановое (рис. 154, *б*) или перспективное (рис. 154, *в*) изображение населенного пункта. На ряде туристских схем применяется картинное (рис. 154, г), многокрасочное изображение населенных пунктов.

Условный знак дорог также проектируется по-разному в зависимости от назначения карты-схемы. Так, на маршрутных дорожных схемах дороги являются основным элементом содержания, следовательно, и их оформление должно быть более броским.

На схемах иного назначения дороги должны хорошо читаться, но выделять их на первый план нет необходимости (см. рис. 154, *б*, *в*). Рисунок условного знака дорог, так же как и остальных условных обозначений, должен быть выполнен в общем стиле оформления схемы. Если схема оформлена в живописном стиле (см. рис. 154, *г*), то железные дороги изображаются в виде рельсов, пересеченных шпалами, а автомобильные дороги — двумя параллельными линиями. На схеме, где населенные пункты показаны пунсонами, а рельеф — одноцветной отмывкой (или горизонталями), железные дороги даются традиционно, двумя линиями с заливкой в шашечку (см. рис. 154, *а*), а автомобильные — двумя или одной линией.

Туристские карты-схемы отличаются большим многообразием применяемых способов оформления рельефа. Например, на зарубежных картах широко применяется изображение рельефа горизонталями, гипсометрической окраской и перспектив-

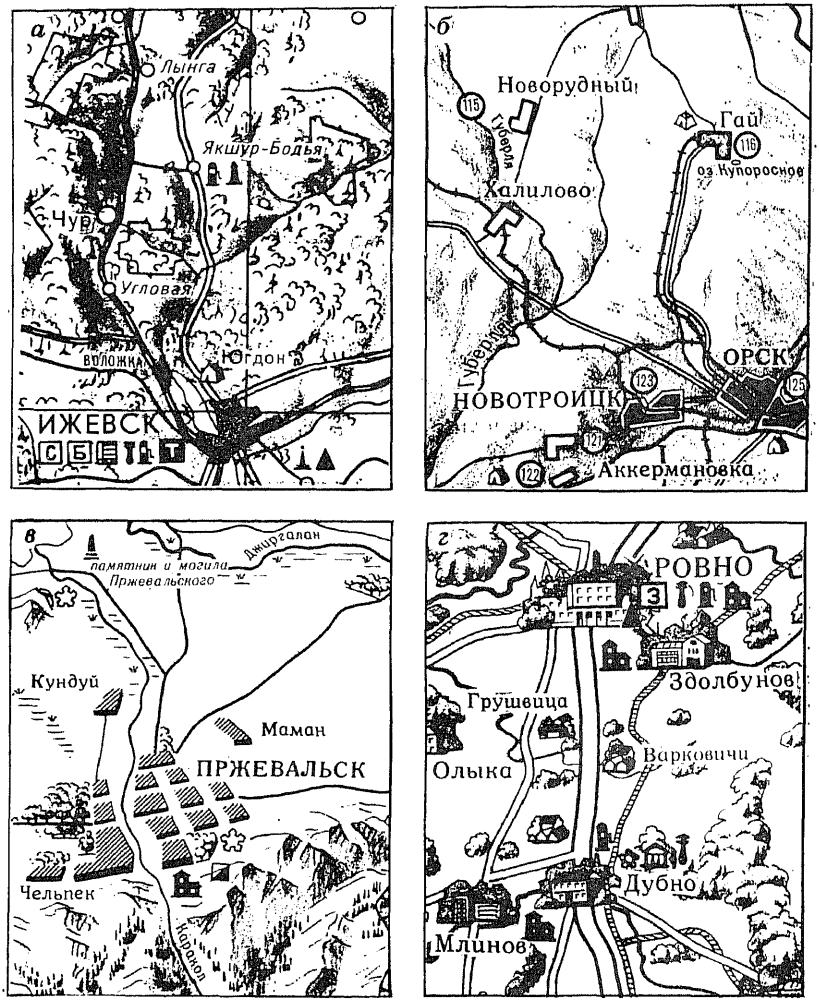


Рис. 154. Фрагменты туристских схем:
а — по автономным республикам Поволжья; *б* — Оренбургская область; *в* — Озеро Иссык-Куль; *г* — Москва — Киев (маршрутная схема)

ным живописным рисунком. На отечественных туристских картах-схемах рельеф изображается отмывкой, гипсометрической окраской, перспективным рисунком, построенным по принципу блок-диаграмм, реже — горизонталями. Тот или иной спо-

соб изображения рельефа выбирается в соответствии с назначением карты, ее масштабом, характером рельефа, способом издания и, как уже отмечалось, в соответствии с общим стилем ее оформления.

Большое разнообразие графических приемов изображения растительного покрова также является особенностью туристских карт-схем. Леса на них показывают зеленым фоном, плановым штриховым рисунком, полуперспективным штриховым рисунком деревьев или в ландшафтном художественном оформлении. Цвет — обычно зеленый, но может быть и оливковым, зелено-синим, синим, черным. Способ изображения лесов должен увязываться в соответствии со способом изображения рельефа. Например, пластический эффект отмывки рельефа хорошо усиливается сгущением штрихового силуэтного рисунка леса на теневых склонах (см. рис. 154, *в*).

Объекты специального содержания на туристских схемах показываются обычно значковым способом. Здесь можно встретить все виды значков, но наиболее часто применяются наглядные, ассоциирующиеся с отображаемыми объектами. Цвет значков зависит от общего оформления карты, ее колорита. В основном используются красный и черный цвета. Лучше всего на ярком пестром фоне читаются крупные черные значки. Плохо читаются значки, когда они выполнены одним цветом с другими элементами, часто встречающимися на карте (например, красные значки специального содержания и красные же дороги и крыши домов).

Знаки туристских объектов обычно печатают по фону карты, поэтому читаемость прозрачных значков хуже, чем залитых. Для повышения читаемости прозрачные значки нужно выполнять на белом фоне, это же относится и к залитым значкам красного

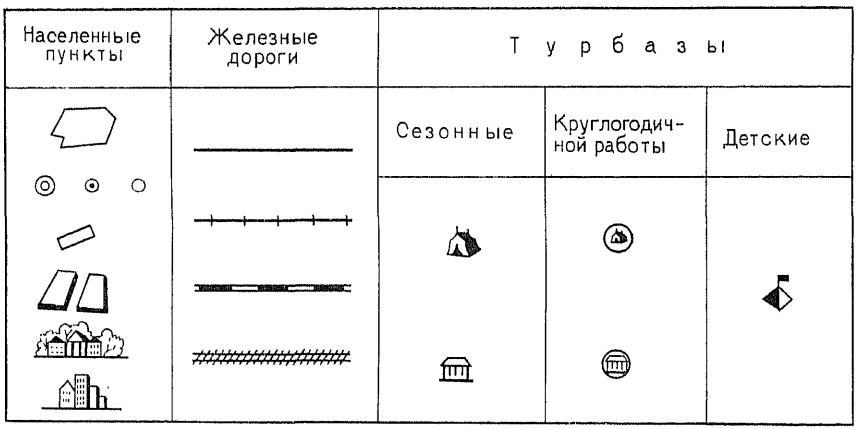


Рис. 155. Варианты условных знаков для оформления на туристских схемах населенных пунктов, железных дорог, турбаз

цвета. При наложении красной краски на цветной фон она становится менее насыщенной, и знак будет читаться хуже. Объекты специального содержания в соответствии с их первостепенным значением на карте должны восприниматься в первую очередь. Улучшению читаемости значков специального содержания способствует заключение их в кассеты (рамки), имеющие различную форму.

К настоящему времени решен вопрос об унификации условных знаков для туристских схем. Разработаны условные знаки: общегеографические, туристских маршрутов, объектов туристского обслуживания, достопримечательностей. Эти условные знаки предусматривают возможность оформления туристских схем как по типу топографических карт, так и в живописном стиле (рис. 155).

Глава 24.

ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ОФОРМЛЕНИЕ КАРТ И АТЛАСОВ

§ 114. ПОНЯТИЕ О КОМПОЗИЦИИ

Кроме штрихового, фонового и шрифтового оформления отдельные типы карт содержат элементы художественного оформления. Под художественным оформлением в данном случае подразумевается такое оформление, при котором те или иные виды изобразительных средств применяются на основе принципов изобразительного искусства, в частности реалистической живописи. Подробнее о них сказано в гл. 21 при рассмотрении способа натуралистического оформления ландшафта.

Художественное оформление имеют, например, некоторые учебные карты природных зон, туристские карты, на которых изображение ландшафта дано в живописной манере, и многие другие карты. Карты, в оформлении которых использованы принципы изобразительного искусства, являются синтезом науки и искусства. Каждую из художественно оформленных карт, а тем более серию их или атласы, кроме сугубо утилитарных и эргономических качеств, таких как удобный формат или фальцовка, практичность в эксплуатации и других, отличают единый стиль оформления, «свой» колорит красок и ряд других художественных признаков. Красиво оформленная карта или атлас привлекают внимание читателя, доставляют эстетическое удовлетворение пользоваться ими.

Художественное оформление карт и атласов не ограничивается использованием принципов живописи. Карта и ее компоненты: легенда, врезки, рисунки, рамка, заголовок и другие — должны быть композиционно увязаны между собой по размерам, расположению, цветовым соотношениям. В русском переводе латинское слово «композиция» обозначает упорядоченное

соединение отдельных частей в гармоническое целое, что является непременным условием художественного оформления картографических произведений.

Эстетическим критерием композиции служит зрительная оценка уравновешенности отдельных частей общего изображения. Размещение различных по содержанию и графическому исполнению дополнительных материалов на многокомпозиционной карте должно быть удобным для восприятия ее основного содержания и создавать как бы ее тематический композиционный центр. Его могут составить, в частности, основная карта, карта-врезка того же содержания, их общая легенда. В смысле художественного оформления объединяющим признаком этого центра может служить единый шрифт для подписи названий, общая цветовая гамма, однотипные рамочные обрамления и другие художественно-графические средства. Дополнительные элементы композиции не должны конкурировать с главными по яркости окраски, размерам условных знаков, рисунку шрифтов и т. п.

В оформлении издаваемых карт можно выделить несколько типов композиционных решений.

Первый тип композиции

Картографическое изображение занимает всю площадь карты и ограничивается прямоугольными рамками: внутренней, градусной, внешней. Легенда карты располагается на свободном месте за границей отображаемой территории. Общее оформление карты в этом случае заключается в выполнении ее заголовка художественным шрифтом и орнаментальной рамки, которые придают карте законченный вид и служат ее украшением.

Разновидностью такой композиции является вариант, при котором картографическое изображение ограничивается только внутренней рамкой, а внешняя и градусная отсутствуют. Оцифровка меридианов и параллелей при этом дается прямо по фону изображения. Кроме того, за счет соседних территорий делаются прямоугольные вырезы, в которых размещаются заголовок карты, легенда и пр. Примерами такой композиции служат «Административная карта» и «Физическая карта. Полезные ископаемые» в Атласе Якутской АССР, 1981 г., стр. 8, 9.

Второй тип композиции

На многих тематических картах внутри рамки в зависимости от конфигурации показываемой территории соседние с ней участки часто используются для размещения названия карты, ее легенды, профилей, диаграмм, таблиц, дополнительных карт-врезок различного содержания, рисунков, фотографий, пояснительных текстов. Весь этот комплекс обрамляется общей рамкой.

Третий тип композиции

Картографическое изображение не всегда ограничивается рамками. На некоторых картах, особенно входящих в атласы, оно дается до обреза листа. Дополнительные данные размещаются за границей основной территории. Такая композиция целесообразна в интересах экономии бумаги, уменьшения формата карты, придания ей компактности, что особенно важно для атласов малого формата, как, например, «Географический атлас СССР», 1984 г.

Четвертый тип композиции

В ряде случаев картографическое изображение дается на листе лишь в границах изображаемой территории. Остальная часть карты служит цветным фоном, на котором размещаются прочие компоненты карты (так называемая «плавающая» компоновка). Такая композиция применена в Атласе Якутской АССР, в частности, на геологической карте (стр. 10). Между контуром и фоном оставляют просвет, который подчеркивает линию границы и служит как бы рамкой карты.

Пятый тип композиции

Часто в комплексных атласах общее оформление карт на отдельных страницах или на разворотах композиционно решается по принципу «плавающей» компоновки, которую составляют карты в одном или разных масштабах, тематически связанные, но не соподчиненные, т. е. не разделяющиеся на основную карту и дополняющие ее карты-врезки. Примером служат карты «Лекарственные растения» масштаба 1:30 000 000 в Атласе Якутской АССР (стр. 20) и карты масштабов 1:15 000 000 и 1:30 000 000 «Посевные площади», «Крупный рогатый скот», «Лошади» в том же Атласе на стр. 30. Такие карты имеют равное значение и композиционно должны быть уравновешены между собой и с другими элементами оформления.

Композиционное решение общего художественного оформления карты с целью увязки ее отдельных компонентов в единое целое заключается в установлении их соразмерности, согласованности и рациональной группировки. Средством приведения к композиционному единству компонентов оформления служат пропорции, ритм, симметрия, контраст, нюанс.

Пропорциями называют размерные отношения элементов одной фигуры. Соразмерность и гармоничность элементов нескольких фигур обусловливает их пропорциональность. На карте пропорциональными могут быть, например, прямоугольные рамки легенды и таблицы справочных данных. Такой метод подобия уместен при вертикальном и горизонтальном членении листа карты. Подобные друг другу прямоугольники создают зрительное впечатление их единства. Отметим, что на турист-

ских картах-схемах возможно криволинейное членение листа карты, обусловленное конфигурацией маршрута.

Правильные пропорциональные отношения отдельных частей создают эффект их гармонии. Система пропорциональных отношений находится в зависимости от ряда конкретных показателей оформляемой карты: ее формата, конфигурации изображаемой территории, размеров иллюстраций, таблиц и пр. Разработка композиции выполняется на макете компоновки. Путем различного размещения частей добиваются зрительного восприятия композиционной общности их в системе горизонтальных, вертикальных, диагональных и криволинейных членений листа карты. Одновременно устанавливается ритмическая последовательность частей.

Ритм служит средством упорядочения расположения частей композиции, приведения их к единству. Признак ритма — закономерное чередование отдельных частей и их характеристик: формы, размеров, окраски, и т. п. При ритмичном расположении на одном листе нескольких самостоятельных по содержанию карт они как бы объединяются в единую художественно-смысловую систему (тематически-композиционный центр), но в то же время остаются обособленными частями. Ритмическая связь отдельных компонентов акцентирует внимание на главных из них. Ритмичность необходима при размещении текста и иллюстраций на туристских схемах, таблиц, графиков и диаграмм на экономических картах, при оформлении рамок карт и в ряде других случаев.

В расположении различных материалов на листе карты имеет значение симметричность или асимметричность их композиции. Симметричная композиция создает впечатление ее уравновешенности, устойчивости, асимметричная — придает динамичность изображению и может быть применена, например, на картах военных действий. Симметричная, уравновешенная группировка композиционных частей карты может быть построена на основе объединения их в геометрические фигуры: треугольник, квадрат, прямоугольник, по углам которых размещают отдельные части композиции. Равносторонний или равнобедренный треугольники с основаниями в нижней части карты и квадрат создают устойчивую, уравновешенную и спокойную композицию, каждая часть которой воспринимается как равноценная другим. Вытянутый снизу вверх прямоугольник — фигура менее устойчивая, и для уравновешивания отдельных частей, расположенных в его вершинах, меньшие следует размещать дальше от центра тяжести всей композиции и ритмично с бо́льшими (рис. 156).

Контраст и *нюанс* — градации отношений однородных качеств частей композиции: размеров, форм, пропорций, цвета. Благодаря контрасту и нюансам тонко проявляется художественная выразительность композиции. Контрастные различия усиливают особенности отдельных частей и обостряют восприя-

тие композиции в целом, делают ее единство более впечатляющим. Нюансы передают незначительные различия в свойствах отдельных частей. Нюансы в форме и размерах позволяют избежать монотонности в построении композиции. Нюансы цвета служат средством ненавязчивого объединения тематически связанных частей композиции, а также средством устранения цветового однообразия. Несмотря на малые различия, нюансы должны четко восприниматься.

Зрительная уравновешенность отдельных частей, их пропорциональность, соразмерность, ритмичность, и симметрия в расположении, контраст и нюансы служат средством осуществления основного принципа композиции — четкого выделения главного

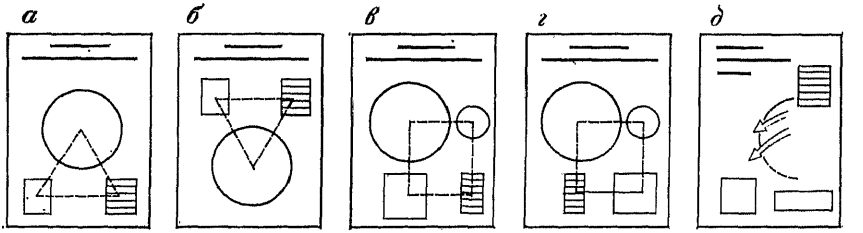


Рис. 156. Примеры композиций:
а — уравновешенная симметричная устойчивая; *б* — уравновешенная симметричная неустойчивая; *в* — неуравновешенная; *г* — уравновешенная; *д* — асимметричная динамичная

содержания карты. Соблюдению этого принципа способствует разноплановая тональная композиция, посредством которой главные элементы оформления выделяются усиленными тонами, а второстепенные — ослабленными.

§ 115. ОФОРМЛЕНИЕ РАМОК КАРТ

Наиболее простым оформлением карты рамкой является обрамление ее одной или несколькими прямыми линиями. На некоторых картах параллельные линии рамки создают эффект объемности, что можно считать одним из вариантов художественного оформления. В основе художественного оформления рамок большинства географических карт лежат закономерности построения плоских ленточных орнаментов.

Орнаменты — это узоры, рисунки которых характеризуются ритмичностью, симметрией расположения и соразмерностью составляющих их элементов. Орнаменты могут состоять из различного вида линий, геометрических фигур, изображений на природные мотивы (цветов, листьев, ветвей, рисунков животных и др. — рис. 157). Существует 24 вида ленточных симметричных узоров и 7 видов орнаментальных бордюров *, принцип постро-

* *Шубников А. В., Копцик В. А.* Симметрия в науке и искусстве. М., Наука, 1972.

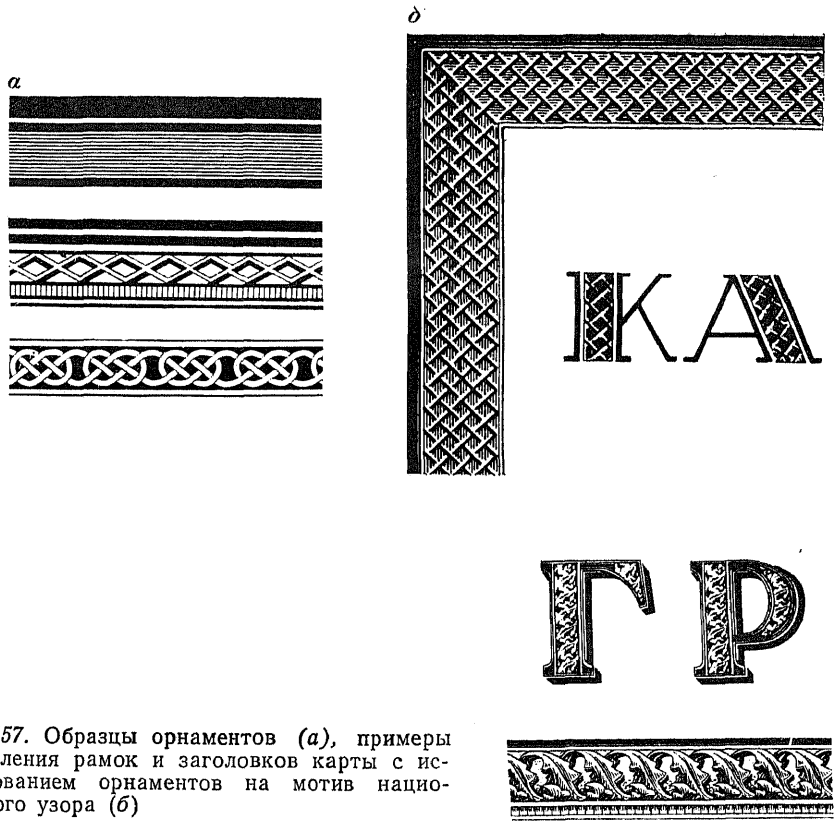


Рис. 157. Образцы орнаментов *(а)*, примеры оформления рамок и заголовков карты с использованием орнаментов на мотив национального узора *(б)*

ния которых можно использовать для оформления рамок карт. Как отдельные детали для рамок могут быть применены орнаменты, вписанные в круг.

Подобно орнаментам, по технике исполнения рамки карт могут быть штриховыми (с включением заливок) и полутоновыми, а по цвету — ахроматическими, хроматическими и комбинированными.

Для рамок предпочтительно брать малонасыщенные цветовые тона. Чистые цвета допустимо применять для небольших фигур. Не следует делать рамки слишком пестрыми и допускать резкий контраст между общим фоном рамки и ее элементами. Художественную ценность представляет оформление рамок, увязанное с содержанием карты. Оно может быть выражено в национальных мотивах орнаментов (см. рис. 157), использовании эмблем и гербов республик. Связь оформления рамки с тематикой карты обеспечивает способ «кассет». В рисованном орнаменте кассеты имеют вид медальонов, оконтуренных виньеткой или рамкой. В кассеты заключают изображения,

соответствующие тематике карты: пейзажи, сюжеты революционных или военных событий, строительства и т. п.

Для оформления рамок, не связанных с тематикой карт и служащих лишь художественным украшением, можно использовать элементы классических орнаментов (рис. 158), к которым, в частности, относятся: меандры — зигзагообразные повторяющиеся узоры геометрического характера, торсады — плетеные пояски, бусы, циновки, плетеные ленты, ионики — элементы орнамента, имеющие вид усеченных яйцевидных кривых с окантовками и перегородками между собой, листья аканта, характерные красивой изрезанностью и складчатостью своих краев.

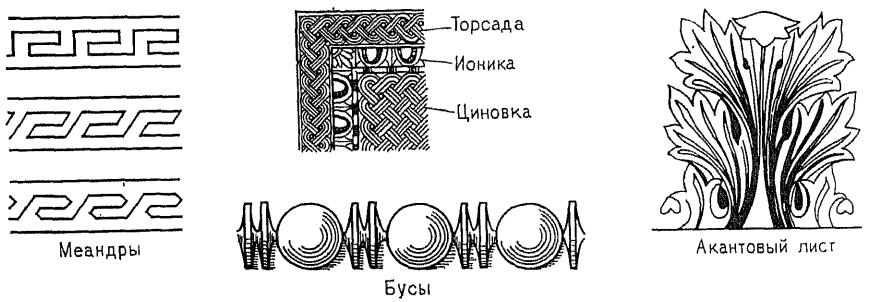


Рис. 158. Элементы классических орнаментов

Художественные шрифты

Для подписей названий карт, преимущественно настенных, применяют художественные заголовочные шрифты, элементы букв которых имеют украшения, придающие им красивый нарядный вид (рис. 159). Рисунок букв художественных шрифтов может быть орнаментальным, фигурным, типизированным, например под древнеславянский, грузинский и др., а по технике исполнения — штриховым, полутоновым, одноцветным или многокрасочным. Возможно комбинирование этих форм. Очертания букв некоторых художественных шрифтов могут быть сравнительно простыми, а внутреннее их украшение — сложным, ажурным.

В настоящее время выполнить заголовки карт художественными шрифтами можно с помощью фотонабора или сухих переводных изображений. Они позволяют полностью исключить трудоемкую рукописную работу по вычерчиванию шрифтов, а кроме того, обеспечивают абсолютную идентичность рисунка одних и тех же букв в словах. При создании новых художественных шрифтов их орнаметальные украшения можно скомпоновать из отдельных элементов существующих, пользуясь теми же средствами. Проектирование оригинальных шрифтов, художественное оформление которых связано с содержанием карты и

включает нестандартные узоры, эмблемы или рисунки, требует первоначального рукописного их исполнения.

Овладение техникой вычерчивания художественных шрифтов рекомендуется начать с копирования их из альбомов образцов и изучения орнаментальных рисунков. В последующем можно перейти к комбинированию рисунков двух-трех шрифтов с некоторой их переработкой и выполнением нового оформления в задуманном стиле. Хорошо освоив технику выполнения худо-

Рис. 159. Образцы художественных шрифтов

жественных шрифтов, приступают к самостоятельному проектированию оригинальных форм букв и их внутреннего украшения в определенном стиле, используя мотивы различных орнаментов.

§ 116. ОФОРМЛЕНИЕ АТЛАСОВ

Оформление атласов включает в себя разработку его объема (количество карт), формата, переплета, титульных листов, художественно-графического стиля и др. При проектировании оформления атласа необходимо помнить, что он представляет собой не механический набор различных географических карт, заключенных в общий переплет, а систему карт, органически увязанных между собой различными условиями, в частности, способами художественно-графического оформления.

Элементы внешнего оформления атласов

Футляр — предохранительная картонная или пластиковая коробка для хранения атласа капитального, ценного издания. Оформлением футляра служат оттиски или тиснения эмблем,

символов. *Суперобложка* — бумажная или пластиковая предохранительная обертка атласа. Оформление суперобложки носит рекламный характер и должно отличаться оригинальностью графических элементов, их композицией, яркостью и броскостью красок. Обложка — покрытие малообъемных атласов, изготавливаемое из плотной бумаги, на которую в отдельных случаях напрессовывают пленку. *Переплет* — покрытие капитальных атласов большого объема, выполненное из картона, оклеенного тканью, дерматином, пластиком и другими материалами. Переплеты могут быть цельными, разъемными, твердыми, мягкими, обрезными или с кантами. Оформление обложек и переплетов атласов, включающее его название, номер тома, издательство, эмблему, место и год выпуска, выполняет информационно-рекламную и художественно-эстетическую функции. *Форзац* — скрепляющая деталь оформления атласа между переплетом и блоком карт. В виде развернутого листа приклеивается к внутренней стороне крышки переплета и частично к корешку. Оформление форзаца зависит от тематики атласа и может быть тонированным, с тиснением, с силуэтными и другими изображениями. *Каптал* — отрезок тесьмы, который приклеивается к обрезам корешка атласа, чтобы прочнее скрепить его листы и придать законченный и аккуратный вид переплету. Наружный утолщенный край каптала по цвету должен сочетаться с переплетом.

Элементы внутреннего оформления атласа

Авантитул — заглавная страница, которая располагается перед основным титульным листом в качестве дополнительного декоративно-композиционного элемента. На авантитуле размещаются издательская марка, эмблема, посвящение, лозунг, эпиграф. Оформление авантитула подчеркивает особое значение атласа данного издания. Титульный лист — страница атласа, содержащая полную текстовую информацию о нем: название, подразделение на тома, разделы, части, наименование издательства, год и место выпуска. На оборотной стороне титульного листа часто указывается состав исполнителей и ответственных лиц Для многотомных и юбилейных изданий характерно применение распашного титульного листа с разворотом в четыре страницы. На первой помещается издательская марка или эпиграф, на второй (*контртитул*) — общая характеристика издания, а в необходимых случаях — титул на иностранном языке. Третью страницу занимает основной титул, а четвертую — выходные данные. Возможен вариант оформления, при котором первая и последняя страницы титульного листа остаются чистыми. Для учебных атласов титульный лист часто совмещается с обложкой, а выходные данные размещаются на ее последней стороне. В капитальных изданиях атласов перед каждым разделом помещают *шмуцтитул*, на котором дается название раздела и дополнительные сведения о нем.

Оформление титула, авантитула, шмуцтитула — в основном шрифтовое. Применяются фотонаборные и рукописно-художественные шрифты. Могут быть использованы также декоративные элементы: рамки, эмблемы, фоновые подложки, цветные поля и др. Иногда в оформлении атласов используют заглавную страницу — *фронтиспис* — это художественная иллюстрация, передающая главную идею содержания атласа. Фронтиспис размещают перед авантитулом или перед основным титулом на одной странице, оставляя оборот чистым, чтобы предотвратить продавливание лицевого изображения или просвечивания рисунка на обороте.

На дополнительных страницах атласа помещают таблицу общих условных обозначений, указатель географических названий, справочно-статистические данные, оглавление и др.

Объем и формат атласа

Во внешнем оформлении атласа существенное значение имеют его размеры: длина, ширина и толщина. При одном и том же объеме эти величины могут находиться в различных соотношениях. Если они гармоничны и пропорциональны, то атлас приобретает красивую, удобную для пользования форму. Практикой установлено, что для удобства пользования толщина атласа не должна превышать 1/3 ширины.

Формат атласа — это целесообразные и пропорциональные размеры его по длине и ширине. Форматы могут быть удлиненными по вертикальному направлению, расширенными — по горизонтальному, квадратными. Удлиненный формат удобен для карманных атласов, расширенный — для атласов альбомного типа с иллюстрациями на страницах, квадратные — для некоторых настольных изданий. Для гармоничного соотношения сторон атласа можно использовать пропорции золотого сечения, приближенное значение которого выражают отношения 3:5:8, и др. При этом необходимо учитывать, что формат атласа зависит также и от конфигурации изображаемой территории.

Поля страниц атласа предохраняют от преждевременного износа карты, служат завершающим элементом их художественного оформления, способствуют выразительной передаче содержания. Размеры полей: верхнего, нижнего и боковых — устанавливают с учетом типа атласа, его формата, требований композиции. Так, для карт настольных атласов уместны большие поля, которые дополняют их обрамление и концентрируют внимание на картографическом изображении. В целях большей компактности школьные атласы издают с небольшими полями. Некоторые издания атласов не имеют полей. С увеличением формата должны пропорционально изменяться размеры полей карт, чтобы не нарушалось зрительное равновесие между площадью изображения и полями. С этой же целью следует учитывать уменьшение площади полей за счет размещения на них названия карт, номеров страниц (*колонцифр*) и других элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васмут А. С.* Основные принципы построения системы условных знаков для топографических карт.— Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1976, № 4.

2. *Вахрамеева Л. А.* Картография. М., Недра, 1981.

3. *Гуревич И. В.* Справочник технического редактора. М., Недра, 1981.

4. *ГОСТ 21667—76. Картография.* Термины и определения. Введ. 01.07.77.

5. *Копылова А. Д., Шилов А. В.* Полиграфическое воспроизведение многоцветных космических фотокарт и снимков. — Геодезия и картография, 1981, № 6, с. 43—45.

6. *Кремнева А. М., Фокина Т. А.* Картографическое черчение и гравирование на пластиках. М., Недра, 1971.

7. *Лебедев К. М.* Топографическое черчение. М., Недра, 1981.

8. *Михалевич Д. С.* Технология изготовления и размножения графической документации при инженерно-геодезических и маркшейдерских работах. М., Недра, 1979.

9. *Пособие* по гравированию оригиналов карт. М., Недра, 1983.

10. *Практикум* по геодезии/ Под ред. Бакановой В. В. — М., Недра, 1983.

11. *Преображенский А. И.* Экономические карты в преподавании географии. М., Просвещение, 1980.

12. *Салищев К. А.* Картография. М., Высшая школа, 1982.

13. *Сергунин Е. Г.* Издание карт. М., Недра, 1980.

14. *Сможенков Н. Ф., Сергунин Е. Г., Филин В. Н.* Полимерные материалы в картографическом производстве. М., Недра, 1978.

15. *Спиридонов А. И., Кулагин Ю. Н., Крюков Г. С.* Справочник-каталог геодезических приборов. М., Недра, 1984.

16. *Топографическое* черчение/ Под ред. Лебедева П. Е. — М., Недра, 1975.

17. *Условные* знаки для топографической карты масштаба 1 : 10 000. М., Недра, 1977.

18. *Условные* знаки для топографических планов масштабов 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500. М., Недра, 1973.

19. *Условные* знаки, образцы шрифтов и сокращения для топографических карт масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, М., ВТУ ГШ, 1983.

20. *Условные* знаки, образцы шрифтов и сокращения для топографических карт масштабов 1 : 200 000 и 1 : 500 000. М., Недра, 1983.

Видимость условного знака 196
Восприятие окраски больших и малых площадей 235
— условного знака 196
Готовальня 17
Графическая точность 23
Гуашь 44
Деколи 76
Деление линии 24
Заточка чертежных инструментов 37
— кривоножки 39
— рейсфедера 37
— циркулей 41
— чертежного пера 32
Законы апперцепции 197
— контраста 197
— соотношения части и целого 197
Иллюзии зрительные 170
Калька высот 79
— контуров 80
Кисти 43
Колорит красок 172
Компоновка «плавающая» 312
Контраст цветовой 168
— шрифта 93
Контрастная чувствительность глаза 194
Кривоножки 39
Кронциркуль 41
Лекало 14
Лессировочные свойства красок 45
Линейка
— Дробышева — 12
— ЛБЛ — 12
Масштаб 28
Микроизмеритель 16
Написание слов вразрядку 51
— по кривой линии 52
Окантовка границ 186—187
Окраска батиметрическая 233
Орнаменты 314
Орографическая схема 226
Освещение прямое 209
— боковое 212
— рассеянное 210
Особенности черчения на пластиках 103
— — по аэрофотоизображению 84
Острота зрения 194
Отмывка рельефа 206
Оформление атласа 317
— ландшафтное 289
— продольного профиля 88
— тахеометрической съемки 85
— теодолитной съемки 85
— шрифтовое 202
Перспектива воздушная 159
Подчистка на чертежах 35
Принцип северо-западного освещения 212
Пропорция 312
Различимость высотных ступеней 234—236
Рефлекс 210
Ряды цветовые 151
Самоприклеивающиеся картографические аппликации 74
— переводные изображения 75
Способ Дуплекс 268
— «кассет» 315
Тень 212
Темплет 77
Темпера 44
Транспортир 14
Трафареты 14
Треугольники 13
Тушь «Колибри» 102
— для черчения на пластиках 103
Тушевка 206
Условные знаки внемасштабные 57
— — линейные 56
— — масштабные (площадные) 56
Фотокарты 265
Фотонабор 72
Фоторельеф 208
Шрифт художественный 316
Шрифтов гарнитура 95
— начертание курсивное 93
— печатное 94
— жирность 93, 95
— наклон 94, 95
— групповые признаки 93, 95
Штриховальный прибор 19
Элементы букв 92, 94
— внешнего оформления атласа 317
— внутреннего оформления атласа 318
— светотени 210
— классических орнаментов 316

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Часть I
ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Введение 4

Глава 1. **Чертежные материалы и принадлежности** 8
§ 1. Бумаги 8
§ 2. Краски. Тушь 10
§ 3. Принадлежности для черчения 12
§ 4. Приспособления для линования 18
§ 5. Особенности топографического черчения и организация рабочего места 19

Глава 2. **Черчение карандашом** 20
§ 6. Карандаши 20
§ 7. Техника работы карандашом 22
§ 8. Точность графических работ 23
§ 9. Вспомогательные работы карандашом 24
§ 10. Копирование чертежей 30

Глава 3. **Работы чертежным пером** 31
§ 11. Чертежные перья и ручки 31
§ 12. Техника работы чертежным пером 33
§ 13. Исправление дефектов черчения 35

Глава 4. **Черчение рейсфедером и циркулем** 35
§ 14. Рейсфедеры 35
§ 15. Черчение рейсфедерами 38
§ 16. Чертежные циркули 40

Глава 5. **Работа красками** 42
§ 17. Краски для оформления карт 42
§ 18. Техника работы при ровной фоновой окраске 44

Глава 6. **Шрифты и надписи на картах** 46
§ 19. Значение надписей на картах 46
§ 20. Остовные шрифты и методика вычерчивания букв и слов . . . 47
§ 21. Правила размещения подписей названий объектов на картах . 51
§ 22. Скорописное письмо цифр 54

Глава 7. **Условные знаки топографических карт** 55
§ 23. Понятие об условном знаке и его назначении 55
§ 24. Виды условных знаков 56
§ 25. Таблицы условных знаков 59
§ 26. Методика построения и вычерчивания условных знаков . . . 61
§ 27. Способы выполнения условных знаков 71

Глава 8. **Вычерчивание съемочных оригиналов топографических карт и материалов крупномасштабных съемок** 77
§ 28. Общие сведения 77
§ 29. Вычерчивание съемочных оригиналов карт и требования к их графическому оформлению 78
§ 30. Графическое оформление материалов крупномасштабных съемок 85

Часть II
КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Глава 9. **Условные знаки тематических карт** 89

§ 31. Характеристика условных знаков 89
§ 32. Методика построения и вычерчивания некоторых условных знаков 89

Глава 10. **Картографические шрифты** 91

§ 33. Характеристика картографических шрифтов и их классификация 91
§ 34. Описание некоторых картографических шрифтов 96

Глава 11. **Черчение на пластиках** 98

§ 35. Синтетические чертежные материалы (пластики) 98
§ 36. Подготовка пластиков к черчению 101

Глава 12. **Особенности вычерчивания составительских и других оригиналов** 105

§ 37. Составительские оригиналы карт. Особенности и методика их вычерчивания 105
§ 38. Авторский оригинал. Способы и особенности его выполнения . 108

Часть III
ГРАВИРОВАНИЕ ОРИГИНАЛОВ КАРТ

Введение 111

Глава 13. **Гравировальные основы и слои** 112

§ 39. Выбор и подготовка основы для нанесения гравировальной эмали 112
§ 40. Приготовление и нанесение гравировальной эмали на основу . 112

Глава 14. **Гравировальные приборы, инструменты и принадлежности** . 114

§ 41. Общие требования 114
§ 42. Прибор для гравирования линий (ГПЛ) 114
§ 43. Гравировальный прибор (ГП-3) 117
§ 44. Электрический кронциркуль (ЭК) 118
§ 45. Усовершенствованный электрический кронциркуль (ЭК-1) . . . 122
§ 46. Электрический прибор для гравирования точек и кружков (ЭГПИ) 123
§ 47. Ручной кронциркуль (КР) 124
§ 48. Прибор для гравирования строений (ГПС) 125
§ 49. Горизонтальный гравировальный пантограф (ГГП) 126
§ 50. Малый накладной пантограф (МНП) 129
§ 51. Штриховальный прибор (ШП) 130
§ 52. Гравировальные инструменты и принадлежности 130

Глава 15. **Методика и техника гравирования оригиналов карт** 132

§ 53. Гравирование оригиналов топографических карт 132
§ 54. Гравирование оригиналов карт мелких масштабов 140

Часть IV
ОФОРМЛЕНИЕ КАРТ

Введение 142

Глава 16. **Вопросы цветоведения в применении к оформлению карт** . . 143

§ 55. Цвет на карте. Значение цветоведения в картографии 143
§ 56. Свет и цвет 145
§ 57. Характеристики цветов 148
§ 58. Влияние на цвет некоторых оптических явлений 154

§ 59. Аддитивное смешение цветов 159
§ 60. Субтрактивное смешение цветов 162
§ 61. Цветовое зрение 165
§ 62. Восприятие цветов 167
§ 63. Гармоническое сочетание цветов 170
§ 64. Систематизация и измерение цветов 175

Глава 17. **Хроматическое фоновое оформление карт** 179

§ 65. Назначение хроматического фонового оформления карт и общие требования к нему 179
§ 66. Виды фонового оформления и их особенности 180
§ 67. Оформление карт с различными характеристиками изображаемого явления 182
§ 68. Оформление политических и политико-административных карт 185
§ 69. Гармоничные сочетания цветов при фоновом оформлении . . 187

Глава 18. **Штриховое и шрифтовое оформление карт** 188

§ 70. Штриховые условные знаки 188
§ 71. Требования к штриховым условным знакам 191
§ 72. Читаемость и наглядность условных обозначений 192
§ 73. Физиологические особенности зрения 194
§ 74. Закономерности зрительного восприятия 196
§ 75. Различимость картографических знаков 198
§ 76. Разноплановость изображений 201
§ 77. Шрифтовое оформление 202

Глава 19. **Светотеневое оформление рельефа на картах** 204

§ 78. Общие сведения 204
§ 79. Из истории развития способов теневой пластики 206
§ 80. Виды света и их роль в образовании светотени 209
§ 81. Основы теневого изображения рельефа 211
§ 82. Учет влияния воздушной перспективы при изображении рельефа светотенью 214
§ 83. Особенности распределения светотени в горном рельефе . . . 216
§ 84. Сплошная отмывка 218
§ 85. Отмывка основных типов и форм рельефа 219
§ 86. Штриховые изображения рельефа на картах 222
§ 87. Картографические материалы, используемые при отмывке рельефа 226
§ 88. Техника и методика теневого изображения рельефа 228
§ 89. Перспективы автоматизации получения светотеневого изображения рельефа 231

Глава 20. **Цветовое оформление рельефа на картах** 233

§ 90. Гипсометрическая окраска рельефа на картах и требования к ней 233
§ 91. Цветовая пластика и пластические свойства цветовых рядов . 236
§ 92. Классификация шкал гипсометрической окраски и их характеристика 240
§ 93. Зелено-коричневые шкалы 243
§ 94. Спектральные шкалы 244
§ 95. Живописные и прочие шкалы 246

Глава 21. **Изготовление издательских оригиналов карт** 252

§ 96. Общая схема работ по созданию карты. Виды издательских оригиналов карт 252
§ 97. Общие требования к издательским оригиналам карт 254
§ 98. Изготовление издательских оригиналов карт способом вычерчивания на бумаге и прозрачных пластиках 256
§ 99. Изготовление оригиналов карт методом гравирования 259
§ 100. Некоторые особенности подготовки к изданию фотокарт . . 265

§ 101. Изготовление издательских оригиналов подписей 266
§ 102. Полутоновые издательские оригиналы карт 267
§ 103. Изготовление цветных фоновых издательских оригиналов карт 270
§ 104. Изготовление красочных оригиналов карт 270
§ 105. Изготовление макета фоновой окраски карты и макета расчленительной ретуши 271
§ 106. Роль редактора в процессе подготовки карты к изданию . . 272

Глава 22. **Проектирование оформления карт** 273

§ 107. Общие требования при проектировании оформления карт . . 273
§ 108. Способы картографического изображения 275
§ 109. Понятие о «ландшафтном» оформлении карт 289
§ 110. Общие указания по проектированию оформления карт . . . 294
§ 111. Общие требования к оформлению карт географических атласов 296

Глава 23. **Особенности оформления некоторых видов карт** 298

§ 112. Оформление учебных настенных карт 298
§ 113. Особенности оформления туристских карт-схем 307

Глава 24. **Художественное оформление карт и атласов** 310

§ 114. Понятие о композиции 310
§ 115. Оформление рамок карт 314
§ 116. Оформление атласов 317

Список литературы 320

Предметный указатель 321

Николай Николаевич Лосяков, Петр Алексеевич Скворцов, Александр Владимирович Каменецкий и др.

ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Редактор издательства О. А. Селеннова
Переплет художника Т. Н. Погорелова
Художественный редактор Г. Н. Юрчевская
Технические редакторы М. Е. Карева, О. А. Колотвина
Корректор Н. А. Громова

ИБ № 6144

Сдано в набор 26.08.85. Подписано в печать 24.12.85. Т-24702. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура Литературная. Печать высокая. Усл.-печ. л. 20,5. Усл. кр.-отт. 20,5. Уч.-изд. л. 21,92. Тираж 18000 экз. Заказ 1715/381—15. Цена 1 руб.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

УВАЖАЕМЫЙ ТОВАРИЩ!

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
ГОТОВИТ К ПЕЧАТИ —
НОВЫЕ КНИГИ**

**ИЛЬИНСКИЙ Н. Д.,
ОБИРАЛОВ А. И.,
ФОСТИКОВ А. А.**
ФОТОГРАММЕТРИЯ
И ДЕШИФРИРОВАНИЕ
СНИМКОВ:
Учебник для вузов
25 л. 1 р. 30 к.

Основное внимание уделено рассмотрению проблемы изучения сельскохозяйственных земель дистанционными методами и решению инженерных фотограмметрических задач при землеустройстве сельскохозяйственных предприятий. Для обеспечения возможности решения этих задач землеустроительными органами с использованием аэро- и космической съемок в учебнике даются необходимые сведения по фотограмметрии, измерительным свойствам снимков, изготовлению фотопланов и топопланов, по приборам и методам обработки снимков.

Для студентов землеустроительных факультетов сельскохозяйственных высших учебных заведений.

(План 1986 г., № 9)

КАЛАНТАРОВ Е. И.
ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЕ
ИНСТРУМЕНТОВЕДЕНИЕ:
Учебник для вузов
10 л. 35 к.

Изложены вопросы технической механики и прикладной оптики применительно к фотограмметрическим приборам, рассмотрены методы инструментальных исследований и юстировок. Кроме того, в книге приведены необходимые сведения об используемых в приборах аналого-цифровых преобразователях и сельсинных следящих системах.

Для студентов высших учебных заведений аэрофотогеодезической специальности.

(План 1986 г., № 10)

ПРИМЕНЕНИЕ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАСЕЧЕК, ИХ ОБОБЩЕННЫЕ СХЕМЫ И СПОСОБЫ МАШИННОГО РЕШЕНИЯ/
Баран П. И., Мицкевич В. И., Полищук Ю. В. и др.
12 л. 60 к.

Освещены вопросы классификации угловых, линейных и линейно-угловых засечек. Приведены указания о выгоднейших и опасных конфигурациях засечек, способах их вычисления, уравнивания и оценки точности (с применением теорий графов). Рассмотрены особые случаи засечек и особенности их применения, дано определение смещений точек с помощью засечек. Приведены примеры полевых вычислений, универсальные алгоритмы и программы для обработки и оценки точности на ЭВМ засечек любого вида.

Для работников геодезического производства.

(План 1986 г., № 5)

ТЮФЛИН Ю. С.
КОСМИЧЕСКАЯ ФОТОГРАММЕТРИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПЛАНЕТ И СПУТНИКОВ.
16 л. 2 р. 80 к.

Показаны основные зависимости фотограмметрии при обработке космических снимков планет, полученных съемочными системами с различной геометрией построения изображений. Приведены необходимые сведения из теории полета космических аппаратов и обработки результатов измерений по способу наименьших квадратов. Изложены способы координатной привязки материалов космических экспериментов. Рассмотрены способы построения опорных сетей на планетах и спутниках, условия их построения и оценка точности. Показаны фотограмметрические способы построения карт планет. Описаны теория и практика фотограмметрической обработки телевизионных панорам, получаемых с посадочных аппаратов автоматических межпланетных станций. Даны основные результаты фотограмметрической обработки материалов съемки с советских автоматических межпланетных станций.

Для научных сотрудников и инженеров, занимающихся обработкой космических снимков.

(План 1986 г., № 1)

Интересующие Вас книги Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу, или заказать через отдел «Книга — почтой» магазинов: № 17 — 199178, Ленинград, В. О., Средний проспект, 61; № 59 — 127412, Москва, Коровинское шоссе, 20

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»